



**KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET**

Statlig program for forurensningsovervåking
Rapportnr. 1128/2012

Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2011–mars 2012

TA
2951
2012

Utført av NILU-Norsk institutt for luftforskning





KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking:
Grenseområdene Norge-Russland

SPFO-rapport: 1128/2012

TA-2951/2012

ISBN 978-82-425-2511-6 (trykt)

ISBN 978-82-425-2512-3 (elektronisk)

Oppdragsgiver: Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)

Utførende institusjon: NILU-Norsk institutt for luftforskning

**Grenseområdene Norge-
Russland**

Rapport
1128/2012

Luft- og nedbørkvalitet, april 2011-mars 2012



Forfattere: Tore Flatlandsmo Berglen¹, Erik Andresen¹, Kari Arnesen¹,
Lars Ola Nilsson², Thor Ofstad¹, Arild Rode¹, Dag Tønnesen¹ og Marit
Vadset¹

1 NILU

2 Bioforsk Jord og Miljø, Svanhovd

NILU prosjektnr.: O-8976

NILU rapportnr.: OR 25/2012

ISSN 0807-7207

Forord

NILU - Norsk institutt for luftforskning har overvåket luftkvaliteten i grenseområdene siden 1974. Hensikten med måleprogrammet er å kartlegge forekomst og omfang av luftforurensninger fra smelteverkene på russisk side og deres virkninger på miljøet.

I 1988 fikk NILU i oppdrag fra daværende Statens forurensningstilsyn (SFT) å planlegge en større undersøkelse av forurensningssituasjonen i Sør-Varanger. I perioden 1.10.1988-31.3.1991 gjennomførte NILU en omfattende undersøkelse av luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon i området, den såkalte basisundersøkelsen. Fra 1991 til 2008 ble omfanget av måleprogrammet på norsk og russisk side gradvis redusert, og har nå karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkel-smelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

Dagens måleprogram finansieres av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Miljøvern-departementet (MD). Det er kun målinger på norsk side av grensen. I 2008 ble måleprogrammet utvidet idet målingene av SO₂ og meteorologi i Karpdalen ble gjenopptatt. I tillegg ble det bevilget midler til målinger av tungmetaller i svevestøv på Svanvik. Sommeren 2009 ble det også utplassert passive prøvetakere for målinger av SO₂ på Viksjøfjell, måleresultatene for disse er også tatt med i denne rapporten. Høsten 2011 ble det videre startet målinger av tungmetaller i svevestøv i Karpdalen. Utvidelsene av måleprogrammet de senere år er gledelig og målingene nå gir et bedre bilde av forurensningssituasjonen i grenseområdene enn tidligere.

Medforfatterne har på ulike måter bidratt i prosjektet og til rapporten. Av disse takkes spesielt Kari Arnesen og Arild Rode. De har arbeidet på NILU og i Sør-Varanger siden 1970-tallet og går nå av med pensjon. I tillegg bør nevnes Rolf Haugen som har brukt mye tid og energi på databehandling og Berit Frogner som har gjort analyser. De lokale stasjonsholderne, Bioforsk Jord og Miljø Svanhovd (hovedsaklig Ingrid Helle Danielsen og Mari Derås), Leif Vonka i Karpdalen, Roy Hallonen i Karpbukt og Forsvaret (Viksjøfjell) gjør alle en god jobb og takkes for grundig feltarbeid. Kontaktpersoner hos Klif, Tor Johannessen og Barbro Thomsen, takkes for konstruktive innspill.

Tre elever ved Pasvik skole, Silja Anniki Wara, Martine Meslo og Joar Eiriksønn Wikan har lest tidligere rapporter og gitt gode tilbakemeldinger for å gjøre presentasjonen mer lett-fattelig, pedagogisk og forståelig.

Alle ved Bioforsk Jord og Miljø Svanhovd takkes for gjestfrihet og mange gode diskusjoner.

Herværende årsrapport dekker perioden 1.4.2011-31.3.2012. Rapporten er bygget over samme lest som tidligere rapporter, men er utvidet på noen punkter for å bedre forståelsen og kvaliteten. Som tidligere år er sammendrag oversatt til russisk og engelsk. Nytt av året er at sammendraget også er oversatt til finsk.

Svanvik, juni 2012

Tore Flatlandsmo Berglen
Forsker, prosjektleder

Innhold

1.	Sammendrag	7
2.	Резюме	11
3.	Yhteenveto	15
4.	Summary	19
5.	Innledning	23
5.1	Historikk.....	23
5.2	Utslipp.....	24
5.3	Dagens situasjon	27
5.4	Miljøeffekter	28
5.5	Måleprogram.....	30
6.	Målinger april 2011-mars 2012	31
7.	Måleresultater meteorologi	36
7.1	Vindmålinger	37
7.2	Temperatur	40
7.3	Luftens relative fuktighet	41
7.4	Atmosfærisk stabilitet	41
7.5	Nedbørmålinger	43
8.	Måleresultater svoveldioksid (SO₂)	44
8.1	Måleperiode 1. april 2011 – 31. mars 2012	44
8.1.1	Svanvik.....	46
8.1.2	Karpdalen	48
8.1.3	Viksjøfjell.....	50
8.1.4	Konsentrasjonsvindroser	52
8.2	Analyse av SO ₂ -målinger over flere år	56
8.2.1	Måleprogrammets omfang	56
8.2.2	Variasjon fra år til år av enkelte nøkkelparametre	58
8.2.3	Timemiddelverdier.....	61
8.2.4	Døgnmiddelverdier	63
8.2.5	Nasjonalt mål (døgn).....	65
8.2.6	Års- og vinterhalvårsmiddelverdier	67
9.	Måleresultater tungmetaller i svevestøv	70
10.	Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør	75
10.1	Nedbørmengde	76
10.2	Konsentrasjon i nedbør	76
10.3	Våtavsetning.....	79
11.	Referanser og annet relevant stoff om forurensning i grenseområdene mellom Norge og Russland	84
11.1	Internettsteder	84
11.2	Litteratur.....	86

Vedlegg A Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 2011-mars 2012 93

1. Sammendrag

Smelteverket i Nikel og briketteringsanlegget i Zapoljarnij i Russland slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Disse anleggene ligger nær den norske grensen og utslippene kommer inn over Norge ved østlig og sørlig vind. Pasvikdalen og Jarfjord i Sør-Varanger kommune har de høyeste målte konsentrasjonene av SO₂ i Norge. NILU har gjort målinger av luftforurensninger i grenseområdene siden 1974.

I perioden april 2011-mars 2012 ble det registrert til sammen ti timemidler (gjennomsnittskonsentrasjon over én time) av SO₂ over 350 µg/m³ på Svanvik i Pasvikdalen (vest for Nikel), seks sommeren 2011 og fire vinteren 2011/12. EUs regelverk tillater 24 timer over 350 µg/m³ per kalenderår. Maksimalt timemiddel var 858 µg/m³. I Karpdalen nord for smelteverkene på russisk side ble det registrert seks timemidler av SO₂ over 350 µg/m³, tre sommeren 2011 og tre vinteren 2011/12. Maksimalt timemiddel var 838 µg/m³.

Angående døgnmidler ble det ikke registrert døgnverdi over 125 µg/m³ på Svanvik, mens det ble registrert tre døgnmidler over denne verdien i Karpdalen. EUs regelverk tillater 3 døgn over 125 µg/m³ per kalenderår. Nasjonalt mål (90 µg/m³ som døgnmiddel) ble overskredet to ganger på Svanvik og fem ganger i Karpdalen. Maksimalt døgnmiddel var hhv. var 110 µg/m³ på Svanvik og 139 µg/m³ i Karpdalen.

På russisk side, i og nær Nikel by, forekommer det enda høyere konsentrasjoner av SO₂. NILUs stasjon i Nikel by som ble stengt 31. august 2008 er ikke gjenåpnet, men russiske forskere gjør nå egne målinger som er åpent tilgjengelige.

Målinger av tungmetaller i luft og nedbør på Svanvik og i Karpdalen viser forhøyede konsentrasjoner av spormetaller fra Nikelverket (nikkel, arsen, kobber og kobolt).

Måleprogram

Målingene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og er en del av det bilaterale miljøvernssamarbeidet mellom Norge og Russland. Det felles norsk-russiske miljøsamarbeidet i grenseområdene har pågått siden 1988. Det norske måleprogrammet omfatter både meteorologiske forhold, luft- og nedbørkvalitet og finansieres av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Miljøverndepartementet.

I perioden april 2011-mars 2012 omfattet målingene på norsk side av grensen følgende stasjoner; Svanvik, Karpdalen, Karpbukta og Viksjøfjell. På Svanvik måles SO₂ (monitor), meteorologiske forhold, samt tungmetaller i svevestøv og nedbør. Karpdalen ved Jarfjord måler SO₂ (monitor) og meteorologi, samt tungmetaller i svevestøv fra november 2011. I Karpbukta måles hovedkomponenter i nedbør. I tillegg er det utplassert brikker for måling av langtidsmidler på Viksjøfjell (Jarfjordfjellet). På russisk side måler Hydrometeorologisk institutt i Murmansk konsentrasjoner av SO₂ i Nikel og Zapoljarnij, i tillegg til målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski. I denne rapporten presenteres data fra målingene som NILU gjør på oppdrag fra norske myndigheter, dvs. målestasjonene på norsk side.

Meteorologi

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter hovedsakelig vindretning, vindstyrke, temperatur og relativ fuktighet på Svanvik og i Karpdalen. Om sommeren er vindretningen på Svanvik variabel, men vind fra nordøst forekommer oftest. Hyppigst forekommende vindretning om vinteren er fra sør og sør-sørvest. Vind fra øst gir vanligvis forhøyede SO₂-konsentrasjoner på Svanvik på grunn av utslippene i Nikel. I Karpdalen kanaliseres vinden nord-sør og hyppigst forekommende vindretning om vinteren er fra sør. Ellers var minimumstemperaturen vinteren 2011/12 -35,4°C på Svanvik (februar) og maksimumstemperaturen var 29,2°C (juli). Middeltemperatur for perioden var 1,8°C.

Lufikvalitet

Utslippene av SO₂ fra nikkelsmelteverket i Nikel og briketteringsanlegget i Zapoljarnij i Russland er rundt 100'000 tonn i året. Dette er omlag 5 ganger større enn Norges totale utslipp. Disse utslippene medfører meget høye konsentrasjoner av SO₂ i grenseområdene.

En oppsummering av måleresultatene for SO₂ i perioden 1. april 2011-31.mars 2012 er gitt i Tabell 1.

Den norske grenseverdien for timemiddelverdi av SO₂ er på 350 µg/m³ og kan overskrides 24 ganger i året. På Svanvik var det seks timemiddelverdier over 350 µg/m³ i sommerhalvåret 2011 og fire i vinterhalvåret 2011/12. Karpdalen hadde hhv. tre og tre timer med SO₂-konsentrasjoner over 350 µg/m³ i sommer/vinterhalvåret.

Den norske grenseverdien på 125 µg/m³ for døgnmiddel tillates overskredet 3 ganger i året. Det var ingen døgnverdi over 125 µg/m³ på Svanvik og tre i Karpdalen. Nasjonalt mål for døgnmiddelverdi av SO₂ (90 µg/m³, ingen tillatte overskridelser) på norsk side ble overskredet to og fem ganger for hhv. Svanvik og Karpdalen i perioden april 2011-mars 2012. Nasjonalt mål er dog ikke juridisk bindende.

Den norske grenseverdien for et kalenderår og for vinterperioden (1. oktober–31. mars) satt for virkning på økosystemer er 20 µg/m³. Vinteren 2011/12 ble denne grenseverdien ikke overskredet, verken på Svanvik (6,1 µg/m³) eller i Karpdalen (18,3 µg/m³). Målinger med passive prøvetakere på Viksjøfjell viser at grenseverdien for beskyttelse av økosystemer ble overskredet siden den målte middelkonsentrasjonen i vinterhalvåret 2011/12 var rundt 30 µg/m³.

Tabell 1: Viktige nøkkeltall for SO₂ fra målingene 1. april 2011-31. mars 2012.

Parameter	Svanvik	Karpdalen
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³	1099	1732
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³	858	838
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	6	3
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	4	3
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³	88	112
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³	110	139
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	0	3
Antall døgnmiddel > 90 µg/m ³	2	5
Middelverdi sommer µg/m ³	7,2	12,0
Middelverdi vinter µg/m ³	6,1	18,3

De kontinuerlige registreringene av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at anleggene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO₂ i grenseområdene. En samlet analyse av SO₂-forurensningen i grenseområdene i perioden 1974-2011 viser at utslippene og konsentrasjonene nådde et maksimum på slutten av 1970-tallet/begynnelsen av 1980-tallet. Siden den gang har utslippene og de målte konsentrasjonene blitt redusert. Utslippene av SO₂ er nå rundt ¼ av hva de var for 30 år siden. Det er målt timemidler på Svanvik siden 1988. Resultatene fra Svanvik viser en nedgang i det gjennomsnittlige nivået i takt med reduksjonen i utslippene av SO₂ fra smelteverket i Nikel.

Nasjonale grenseverdier gjelder for kalenderår. På Svanvik overholdes grenseverdiene i 2011 bortsett fra Nasjonalt mål for døgnmiddel (to døgn over 90 µg/m³, mens ingen overskridelser er tillatt). Målingene i Karpdalen for kalenderåret 2011 viser 51 timeverdier over 350 µg/m³. Det er tillatt med 24 overskridelser og EUs regelverk og norsk lov overholdes ikke. Det var sju døgnverdier over 125 µg/m³ (3 tillatte overskridelser), det vil igjen si at EUs regelverk og norsk lov ikke overholdes. Det var 12 døgnverdier over nasjonalt mål (90 µg/m³). Middelerdi for kalenderåret 2011 var 19,8 µg/m³ (dvs. undergrenseverdi for økosystemer).

Fra oktober 2008 måles det også tungmetaller i svevestøv/luft på Svanvik. Sommeren 2011 ble kun filtre som er eksponert ved østlig vind analysert. Ni, As, Cu og Co regnes som spormetaller fra nikkilverkene. Sommeren 2011 var maksimumskonsentrasjonen over et døgn av Ni 65,16 ng/m³, As 35,94 ng/m³, Cu 76,85 ng/m³ og Co 2,25 ng/m³. Dette er like høye maksimumskonsentrasjoner som målt på begynnelsen av 1990-tallet. I november 2011 ble målefrekvensen på Svanvik skiftet og det ble igangsatt målinger av tungmetaller i svevestøv/luft i Karpdalen. Begge stasjoner måler nå ukeprøver. Middelskonsentrasjonen på de to stasjonene vinteren 2011/12 er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Middelerdier av elementer i luft på Svanvik og i Karpdalen vinterhalvåret 2011/12.

Stasjon	Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	01.10.2011	31.03.2012	4,51	1,92	5,03	0,18
Karpdalen	01.11.2011	31.03.2012	7,20	3,85	7,55	0,28

Gjeldende grenseverdier ("target value") for tungmetaller er 20 ng/m³ for nikkel og 6 ng/m³ for arsen gitt som årsmiddel.

Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet ble målt på Svanvik og Karpbukt i sommerhalvåret 2011 og i vinterhalvåret 2011/12. Prøvene fra Karpbukt analyseres på hovedkomponenter, mens prøvene fra Svanvik fra 2004 bare analyseres på tungmetaller.

Sammenliknet med sommeren 2010 var det like mye nedbør på Svanvik sommeren 2011. Vinteren 2011/12 hadde Svanvik mindre nedbør enn foregående vintre og også lite snø. I Karpbukt var nedbøren tilnærmet lik foregående periode, både for sommeren 2011 og vinteren 2011/12. Samlet nedbør var 367 mm på Svanvik og 535 mm i Karpbukt. Svanvik og Karpbukt har lavest årsnedbør av alle luftkvalitetsstasjoner i Fastlands-Norge.

Når det gjelder konsentrasjonene av hovedkomponentene¹ i Karpbukt er dette stoffer som mer eller mindre naturlig finnes i nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. pH i nedbør i Karpbukt er rundt og litt under 5. Dette er omlag samme verdi som andre norske stasjoner. Også nivået av SO_4^{2-} er på linje med andre stasjoner i Norge. Ellers er det en del Na og Cl i nedbøren pga. nærhet til sjø.

Nedbørprøvene fra Svanvik analyseres for konsentrasjoner av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr, V og Al². Utenom Pb, Zn og V er det betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik enn på andre norske stasjoner. Konsentrasjonen av Ni, Cu, Co og As i nedbør gikk opp fra sommerhalvåret 2010 til sommerhalvåret 2011. For vinterhalvåret 2011/12 gikk konsentrasjonen av As og Cu opp og konsentrasjonen av Ni og Co ned sammenlignet med foregående vinter (70% nedgang for Ni). Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på denne forskjellen siden alle fire regnes som spormetaller fra smelteverkene.

Avsetningen i nedbør av tungmetallene Ni, Cu, Co og As er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren på Svanvik. Dette skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyere om sommeren enn om vinteren. Sommeren 2011 gikk avsetningen av Ni og Cu noe opp sammenlignet med sommeren før, mens avsetningen av Ni gikk ned vinteren 2010/11. Tungmetaller i nedbør har økt fra 2004 sammenlignet med tiden før 2004.

¹ Som hovedkomponenter regnes SO_4 , NH_4 , NO_3 , Na, Mg, Cl, Ca, K

²Pb:bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkel, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium

2. Резюме

Плавильный завод в п. Никель и брикетирующий завод в г. Заполярный (Россия) выбрасывают большие объемы сернистого ангидрида (SO_2) и тяжелых металлов. Указанные объекты находятся вблизи границы с Норвегией, при восточных и южных ветрах выбросы переносятся на Норвегию. В долине Паз (Pasvikdalen) и поселке Ярфьорд (Jarfjord) (муниципалитет Сёр-Варангер (Sør-Varanger)) имеются самые высокие концентрации SO_2 , зафиксированные в Норвегии.

Норвежским институтом исследования атмосферного воздуха (NILU) измерения загрязнений атмосферного воздуха в приграничных районах производятся с 1974 г.

В период с апреля 2011 г. по март 2012 г. в п. Сванвик (Svanvik) в долине Паз (западнее п. Никель) было зафиксировано всего 10 случаев среднечасовых показателей (средняя концентрация в течение одного часа) SO_2 выше $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, из них 6 летом 2011 г., 4 зимой 2011-2012 гг. Нормативная база ЕС в течение календарного года допускает 24 часа выше $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Максимальный среднечасовой показатель составил $858 \mu\text{g}/\text{m}^3$. В д. Карпдален (Karpdalen), севернее плавильных заводов с российской стороны госграницы, было зафиксировано 6 случаев среднечасовых показателей SO_2 выше $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, из них 3 летом 2011 г., 3 зимой 2011-2012 гг.. Максимальный среднечасовой показатель составил $838 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

В части среднесуточных показателей в п. Сванвик не было зафиксировано среднесуточных показателей выше $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а в д. Карпдален было зафиксировано 3 среднесуточных показателя выше названной величины. Нормативная база ЕС в течение календарного года допускает 3 суток выше $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в год. Национальный уровень (среднесуточный показатель $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) был превышен 2 раза в п. Сванвик, а 5 раз в д. Карпдален. Максимальные среднесуточные показатели соответственно составили $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в п. Сванвик, $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в д. Карпдален.

С российской стороны границы, в п. Никель и вблизи его бывают еще более высокие концентрации SO_2 . Комплекс измерений NILU в п. Никель, закрытый 31 августа 2008 г., затем не открывался, а российские ученые теперь выполняют свои измерения, данные которых открыто доступны.

Измерения содержания тяжелых металлов в воздухе и осадках в п. Сванвик и д. Карпдален показывают повышенные концентрации металлов-индикаторов Никельского завода (никель, мышьяк, медь, кобальт).

Программа измерений

Измерения, входящие в Государственную программу мониторинга загрязнений, являются частью двустороннего норвежско-российского сотрудничества в области охраны окружающей среды. Совместное норвежско-российское сотрудничество в области охраны окружающей среды на приграничных территориях осуществляется с 1988 г. Норвежская программа измерений, включающая как метеорологические условия, так и качество воздуха и осадков, финансируется Директоратом по вопросам климата и загрязнений (Klif) и Министерством охраны окружающей среды.

В период с апреля 2011 г. по март 2012 г. измерения с норвежской стороны границы включали комплексы измерений в следующих пунктах: Сванвик, Карпдален, Карпбукт (Karpbukt), Викшёфьелл (Viksjøfjell). В п. Сванвик измеряются SO_2 (монитор), метеорологические условия, а также тяжелые металлы в взвешенной пыли и

осадках. В д. Карпдален у Ярфьорда измеряются SO₂ (монитор) и метеорологические данные, а с ноября 2011 г. также тяжелые металлы в взвешенной пыли. В п. Карпбукт измеряются главные составные осадков. Дополнительно на х. Викшёфьелл (Ярфьордфьелл (Jarfjordfjellet)) размещены дощечки для измерения долгосрочных средних показателей. С российской стороны Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполняет измерения концентрации SO₂ в п. Никель и г. Заполярный, а также метеорологических данных в пп. Никель и Янискоски. В настоящем отчете представлены данные измерений, выполняемых NILU по поручению норвежских властей, т. е. комплексы измерений с норвежской стороны.

Метеорологические данные

Измерения метеорологических данных в Сёр-Варангере в основном включают направление ветра, силу ветра, температуру, относительную влажность в п. Сванвик и д. Карпдален. Летом направление ветра в п. Сванвик варьируется, а чаще всего бывают северо-восточные ветры. Зимой преобладают южные и юго-юго-западные ветры. Восточные ветры из-за выбросов в п. Никель обычно дают повышенные концентрации SO₂ в п. Сванвик. В д. Карпдален ветры канализуются в юго-северном направлении; зимой преобладают южные ветры. Впрочем, самая низкая температура зимы 2011-2012 гг. в п. Сванвик составила -35,4° по Цельсию (февраль), а самая высокая температура лета – 29,2° по Цельсию (июль). Средняя температура периода составила 1,8° по Цельсию.

Качество воздуха

Выбросы SO₂ с никелеплавильного завода в п. Никель и брикетировочного завода в г. Заполярный (Россия) составляют около 100 тыс. тонн в год, что примерно в 5 раз больше совокупных выбросов Норвегии. Эти выбросы приводят к очень высоким концентрациям SO₂ на приграничных территориях.

Обобщение зафиксированных показателей SO₂ за период 1 апреля 2011 г. – 31 марта 2012 г. приведены в Таблице 1.

Предельно допустимый среднечасовой показатель SO₂ Норвегии составляет 350 мкг/м³, допускается его превышение 24 раза в год. В п. Сванвик в течение летнего полугодия 2011 г. было 6 среднечасовых показателей выше 350 мкг/м³, а в течение зимнего полугодия 2011-2012 гг. – 4. В д. Карпдален соответственно было 3 часа с концентрацией SO₂ больше 350 мкг/м³ в течение летнего полугодия, а в течение зимнего – 3.

Норвежский предельно допустимый среднесуточный показатель SO₂ составляет 125 мкг/м³, допускается 3 превышения в год. В п. Сванвик не было среднесуточных показателей выше 125 мкг/м³, а в д. Карпдален их было 3. Национальный целевой среднесуточный показатель SO₂ (90 мкг/м³ без допуска превышений) с норвежской стороны за период апрель 2011 г. – март 2012 г. в п. Сванвик и д. Карпдален превышался соответственно 2 раза и 5 раз. При этом национальный целевой показатель не является юридически обязывающим.

Норвежский предельно допустимый уровень за календарный год и за зимний период (1 октября – 31 марта), установленный в части воздействия на экосистемы, составляет 20 мкг/м³. Зимой 2011 – 2012 гг. данный предельно допустимый уровень не превышался, ни в п. Сванвик (6,1 мкг/м³), ни в д. Карпдален (18,3 мкг/м³). Измерения пассивными средствами на х. Викшёфьелл показали, что и на х. Викшёфьелл превышался предельно допустимый уровень по защите экосистем, поскольку средняя

зафиксированная концентрация за зимнее полугодие 2011 – 2012 гг. составила около 30 $\mu\text{г}/\text{м}^3$.

Таблица 1: Важные ключевые показатели SO_2 из измерений 1 апреля 2011 г.-31 марта 2012 г.

Параметр	Сванвик	Карпдален
Наивысший 10-минутный показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	1099	1732
Наивысший среднечасовой показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	858	838
Количество среднечасовых показателей $>350 \mu\text{г}/\text{м}^3$ летом	6	3
Количество среднечасовых показателей $>350 \mu\text{г}/\text{м}^3$ зимой	4	3
Наивысший среднесуточный показатель летом $\mu\text{г}/\text{м}^3$	88	112
Наивысший среднесуточный показатель зимой $\mu\text{г}/\text{м}^3$	110	139
Количество среднесуточных показателей $> 125 \mu\text{г}/\text{м}^3$	0	3
Количество среднесуточных показателей $> 90 \mu\text{г}/\text{м}^3$	2	5
Средний показатель лета $\mu\text{г}/\text{м}^3$	7,2	12,0
Средний показатель зимы $\mu\text{г}/\text{м}^3$	6,1	18,3

Продолжающиеся измерения уровней SO_2 в сопоставлении с направлением ветра явно показывают, что основными источниками SO_2 на приграничных территориях являются объекты в п. Никель и г. Заполярный. Итоговый анализ загрязнений приграничных территорий SO_2 в период 1974-2011 гг. показывает, что выбросы и концентрации достигли максимума в конце 1970-х - начале 1980-х годов. С тех пор сокращаются выбросы, уменьшаются фиксируемые концентрации. Выбросы SO_2 теперь составляют около $\frac{1}{4}$ объема 30-летней давности. Среднечасовые показатели фиксируются в п. Сванвик с 1988 г. Результаты измерений в п. Сванвик показывают снижение среднего уровня в ногу с сокращением выбросов SO_2 с плавильного завода в п. Никель.

Национальные предельно допустимые уровни относятся к календарному году. В 2011 г. в п. Сванвик предельные уровни соблюдаются, кроме Национальной цели среднесуточного показателя SO_2 (2 суток сверх $90 \mu\text{г}/\text{м}^3$, превышений не допускается). Измерения в д. Карпдален за календарный 2011 г. показали 51 среднечасовой показатель выше $350 \mu\text{г}/\text{м}^3$. Допускается 24 превышения, нормативная база ЕС и законодательство Норвегии не соблюдаются. Было 7 среднесуточных показателей выше $125 \mu\text{г}/\text{м}^3$ (допускается превышение до 3 раз), что опять означает несоблюдение правил ЕС и законодательства Норвегии. Было 12 среднесуточных показателей выше национальной цели ($90 \mu\text{г}/\text{м}^3$). Средний показатель за календарный 2011 год составил $19,8 \mu\text{г}/\text{м}^3$ (т. е. ниже предельно допустимого экосистемного показателя).

С октября 2008 г. в п. Сванвик измеряется также содержание тяжелых металлов в взвешенной пыли (атмосферном воздухе). Летом 2011 г. анализировались только фильтры, экспонированные при восточных ветрах. Ni, As, Cu, Co считаются металлами-индикаторами никелевых заводов. В течение лета 2011 г. максимальная концентрация Ni в течение одних суток составила $65,16 \text{нг}/\text{м}^3$, As – $35,94 \text{нг}/\text{м}^3$, Cu – $76,85 \text{нг}/\text{м}^3$, Co – $2,25 \text{нг}/\text{м}^3$. Это такие же высокие максимальные концентрации, что измерялись в начале 1990-х гг. В ноябре 2011 г. была изменена частотность измерений в п. Сванвик, а в д. Карпдален были начаты измерения содержания тяжелых металлов в взвешенной пыли (атмосферном воздухе). Средние концентрации на двух измерительных комплексах зимой 2011-2012 гг. приведены в Таблице 2.

Таблица 2: Средние показатели элементов в атмосферном воздухе в п. Сванвик и д. Карпдален за зимнее полугодие 2011-2012 гг.

Станция	С даты	До даты	Ni нг/м ³	As нг/м ³	Cu нг/м ³	Co нг/м ³
Сванвик	01.10.2011	31.03.2012	4,51	1,92	5,03	0,18
Карпдален	01.11.2011	31.03.2012	7,20	3,85	7,55	0,28

Действующие предельные показатели (target value) по тяжелым металлам: никель – 20 нг/м³, мышьяк – 6 нг/м³.

Качество осадков

Качество осадков измерялось в пп. Сванвик и Карпбукт в летнее полугодие 2011 г. и в зимнее полугодие 2011-2012 гг. Пробы из п. Карпбукт анализируются на главные составные, а пробы из п. Сванвик анализируются только на тяжелые металлы.

По сравнению с летом 2010 г. в п. Сванвик осадков было столько же летом 2011 г. Зимой 2011-2012 гг. в п. Сванвик было значительно меньше осадков, чем в предыдущие зимы, а также мало снега. В п. Карпбукт осадки как летом 2011 г, так и зимой 2011-2012 гг. оказались примерно такими же, что и в предыдущем периоде. Совокупные осадки в п. Сванвик составили 367 мм, а в п. Карпбукт 535 мм. Сванвик и Карпбукт имеют самые низкие годовые осадки всех комплексов измерений качества атмосферного воздуха на норвежском материке.

В части концентраций главных составных³ в п. Карпбукт речь идет о веществах, более или менее естественно имеющих в осадках. При этом имеется некоторая доля антропогенного вклада, так что и это считается загрязнением. Показатель рН осадков в Карпбукте около и немного ниже 5, что примерно тот же показатель, что и на других норвежских комплексах измерений. И уровень SO₂⁴ сходится с показателями других комплексов измерений в Норвегии. Впрочем, из-за близости к морю в осадках имеются Na и Cl.

Пробы осадков из п. Сванвик анализируются на концентрации тяжелых металлов Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V, Al⁴. За исключением Pb, Zn, V, концентрации в п. Сванвик значительно выше, чем на других норвежских комплексах измерений. В летнее полугодие 2011 г. концентрации Ni, Cu, Co, As в осадках повысились по сравнению с летним полугодием 2010 г. В зимнее полугодие 2011-2012 гг. концентрации AS, Cu увеличились, а концентрации Ni, Co снизились по сравнению с предыдущей зимой (Ni снизилось на 70%). Указанную разницу трудно убедительно объяснить, поскольку все четыре считаются металлами-индикаторами плавильных заводов.

Выделение тяжелых металлов Ni, Cu, Co, As осадками в п. Сванвик обычно гораздо больше летом, чем зимой. Причиной этому является явно высшая частотность ветров с п. Никель на п. Сванвик летом, чем зимой. Летом 2011 г. выделение Ni, Cu нечто увеличилось по сравнению с предыдущим летом, а выделение Ni снизилось зимой 2010-2011 гг. Содержание тяжелых металлов в осадках увеличилось с 2004 г. по сравнению с периодом до 2004 г.

Перевод с норвежского Дага Клаастада

³ Главными составными считаются SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

⁴ Pb – свинец, Cd – кадмий, Zn – цинк, Ni – никель, As – мышьяк, Cu – медь, Co – кобальт, Cr – хром, V – ванадий, Al – алюминий

3. Yhteenveto

Nikkelin sulatto ja Zapoljarnyn briketointilaitos Venäjällä päästävät ilmaan suuria määriä rikkidioksidia (SO₂) ja raskasmetalleja. Laitokset sijaitsevat lähellä Norjan rajaa, ja päästöjä kulkeutuu Norjaan, kun tuuli puhaltaa idästä ja etelästä. Paatsjoen laaksossa ja Jarfjordin alueella Etelä-Varangin kunnassa on mitattu Norjan korkeimmat SO₂-pitoisuudet. NILU on mitannut ilmansaasteita raja-alueella vuodesta 1974 lähtien. Huhtikuun 2011 ja maaliskuun 2012 välisenä aikana mitattiin Paatsjoen laaksossa sijaitsevassa Svanvikissa (Nikkelistä länteen) kaikkiaan kymmenen SO₂-tuntikeskiarvoa, jotka ylittivät 350 µg/m³. Kuusi kesällä 2011 ja neljä talvella 2011/12. EU:n säännöt sallivat yli 350 µg/m³-pitoisuuksia 24 tuntia kalenterivuoden aikana. Korkein tuntikeskiarvo oli 858 µg/m³. Karpdalenissa, sulatosta pohjoiseen Venäjän puolella, rekisteröitiin kuusi yli 350 µg/m³, SO₂-tuntikeskiarvoa, kolme kesällä 2011 ja kolme talvella 2011/12. Maksimi tuntikeskiarvo oli 838 µg/m³.

Yli 125 µg/m³ vuorokausikeskiarvoja Svanvikissa ei rekisteröity, mutta Karpdalenissa todettiin kolme tapausta. EU:n säännöt sallivat 125 µg/m³ vuorokausikeskiarvoja 3 vuorokautta kalenterivuoden aikana. Kansallinen tavoite (90 µg/m³ vuorokausikeskiarvo) ylittyi Svanvikissa kaksi kertaa ja Karpdalenissa viisi kertaa. Maksimi vuorokausikeskiarvot olivat Svanvikissa 110 µg/m³ ja Karpdalenissa 139 µg/m³.

Venäjän puolella, ja Nikkelin läheisyydessä, esiintyy vieläkin korkeampia SO₂-pitoisuuksia. NILU:n asema Nikkelissä suljettiin 31. elokuuta 2008, eikä sitä vielä ole uudelleen avattu, mutta venäläisten omat mittaukset ovat nykyisin avoimesti saatavilla. Raskasmetallimittaukset ilmassa ja sadevedessä Svanvikissa ja Karpdalenissa osoittavat kohonneita hivenmetallipitoisuuksia (nikkeli, arseeni, kupari ja koboltti).

Mittausohjelma

Mittaukset kuuluvat Valtion ilmansaasteiden seurantaohjelmaan ja ovat osa kahdenvälistä ympäristönsuojeluyhteistyötä Norjan ja Venäjän välillä. Yhteinen norjalais-venäläinen ympäristöyhteistyö raja-alueella on jatkunut vuodesta 1988 lähtien. Norjan mittausohjelma käsittää sekä meteorologiset olosuhteet, että ilman ja sadeveden laadun. Ohjelman rahoittajat ovat Ilmasto- ja saastokeskusvirasto (Klif) ja Ympäristönsuojeluministeriö.

Huhtikuun 2011 ja maaliskuun 2012 välisenä aikana mittauksia tehtiin Norjan puolella seuraavilla asemilla: Svanvik, Karpdalen, Karpbukt ja Viksjøfjell. Svanvikissa mittaukset kattoivat rikkidioksidin (SO₂), meteorologiset olosuhteet sekä raskasmetallit leijuvassa pölyssä ja sadevedessä. Jarfjordin Karpdalenissa mitataan SO₂, meteorologisia olosuhteita sekä raskasmetalleja pölyssä marraskuusta 2011 alkaen. Karpbuktissa mitataan pääkomponentteja sadevedessä. Viksjøfjell-tunturiin (Jarfjordfjellet) on asennettu mittareita mittaamaan pitkäaikaiskeskiarvoja. Venäjän puolella mittaa Murmanskin Hydrometeorologinen instituutti SO₂-pitoisuuksia Nikkelissä ja Zapoljarnyssa, lisäksi mitataan meteorologisia olosuhteita Nikkelissä ja Jäniskoskella. Tässä raportissa esitellään tuloksia niistä mittauksista, joita NILU tekee Norjan viranomaisten toimeksiannosta, eli tuloksia Norjan puolella sijaitsevilta asemilta.

Meteorologia

Meteorologiset mittaukset Etelä-Varangin kunnassa käsittävät pääasiallisesti tuulen suunnan, tuulen voimakkuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden Svanvikissa ja Karpdalenissa.

Tuulen suunta on Svanvikissa kesäisin vaihteleva, mutta koillistuulet ovat yleisimpiä. Talvisin tuuli puhaltaa useimmiten etelästä ja kaakosta. Itätuuli johtaa tavallisesti kohonneisiin SO₂-pitoisuuksiin Svanvikissa Nikkelin päästöistä johtuen. Karpdalenissa tuuli vaihtelee pohjoisen ja etelän välillä, talvisin tuuli puhaltaa useimmiten etelästä. Talven 2011/12 alhaisin lämpötila Svanvikissa oli -35,4°C (helmikuussa), ja korkein lämpötila, 29,2°C, mitattiin kesäkuussa. Ajanjakson keskilämpötila oli 1,8°C.

Ilmanlaatu

Nikkelin sulaton ja Zapoljarnyn briketointilaitoksen vuosittaiset SO₂ –päästöt ovat noin 100’000 tonnia. Tämä on noin 5 kertaa enemmän, kuin Norjan kokonaispäästöt. Päästöt johtavat erittäin korkeisiin SO₂ –pitoisuuksiin raja-alueella.

SO₂ –mittaustulokset ajanjaksolta 1.huhtikuuta 2011 – 31.maaliskuuta 2012 näkyvät taulukossa 1.

Norjan tuntikeskiarvon raja-arvo rikkidioksidille (SO₂) on 350 µg/m³ ja se sallitaan ylittää 24 kertaa vuodessa. Svanvikissa esiintyi kuusi yli 350 µg/m³ tuntikeskiarvoa kesällä 2011 ja neljä talvella 2011/12. Karpdalenissa mitattiin kolme yli 350 µg/m³ SO₂-pitoisuuden tuntikeskiarvoa kesällä ja kolme talvella.

Norjan vuorokausikeskiarvon raja-arvon 125 µg/m³, ja sen ylitys saa tapahtua 3 kertaa vuodessa. Svanvikissa vuorokausikeskiarvon ylitystä ei mittausajanjaksolla tapahtunut ollenkaan, Karpdalenissa se tapahtui kolme kertaa. Kansallinen vuorokausikeskiarvotavoite SO₂:lle (90 µg/m³, ei sallittuja ylityksiä) ylitettiin Norjan puolella kaksi kertaa Svanvikissa ja viisi kertaa Karpdalenissa huhtikuun 2011 ja maaliskuun 2012 aikana. Kansallinen tavoite ei kuitenkaan ole juridisesti sitova.

Norjan ekosysteemien hyvinvoinnille asetettu raja-arvo kalenterivuoden ja talvikauden (1.lokakuuta-31.maaliskuuta) aikana on 20 µg/m³. Talvella 2011/12 tätä raja-arvoa ei ylitetty Svanvikissa (6,1 µg/m³) eikä Karpdalenissa (18,3 µg/m³). Viksjøfjell-tunturin passiiviset mittarit näyttävät, että ekosysteemien hyvinvoinnille asetettu raja-arvo ylitettiin, koska talvikaudella 2011/12 mitattu keskiarvopitoisuus pyöri 30 µg/m³:n paikkeilla.

Taulukko 1: Tärkeitä SO₂- mittausten avainlukuja kaudella 1.huhtikuuta 2011 – 31.maaliskuuta 2012.

Parametrit	Svanvik	Karpdalen
Korkein 10-minuttiarvo µg/m ³	1099	1732
Korkein tuntikeskiarvo µg/m ³	858	838
> 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä kesällä	6	3
> 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä talvella	4	3
Korkein vuorokausikeskiarvo kesällä µg/m ³	88	112
Korkein vuorokausikeskiarvo talvella µg/m ³	110	139
> 125 µg/m ³ vuorokausikeskiarvojen määrä	0	3
> 90 µg/m ³ vuorokausikeskiarvojen määrä	2	5
Keskiarvo kesällä µg/m ³	7,2	12,0
Keskiarvo talvella µg/m ³	6,1	18,3

Jatkuvat SO₂ –rekisteröinnit yhdessä tuulen suuntien rekisteröintien kanssa osoittavat selvästi, että Nikkelin ja Zapoljarnin kaivosteollisuuslaitokset ovat SO₂:n päälähtet raja-alueella. SO₂-

saasteen kokooma-analyysi raja-alueella kaudelta 1974-2011 osoittaa, että päästöt ja pitoisuudet olivat huipullaan 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa. Sen jälkeen päästöt ja mitatut pitoisuudet ovat pienentyneet. SO₂ –päästöt ovat nykyisin noin ¼ siitä, mitä ne olivat 30 vuotta sitten. Svanvikissa tuntikeskiarvoja on mitattu 1988 lähtien. Svanvikin tulokset osoittavat, että keskiarvot pienevät Nikkelin SO₂ –päästöjen vähenemisen mukana.

Kansalliset raja-arvot koskevat kalenterivuotta. Svanvikissa pitoisuudet ovat pysyneet raja-arvojen alapuolella, paitsi kansallisen vuorokausikeskiarvon tavoitteen kohdalla (kahtena vuorokautena arvot olivat yli 90 µg/m³, mitkään ylitykset eivät ole sallittuja). Karpdalenin mittaukset kalenterivuonna 2011 osoittavat 51 tuntikeskiarvoa yli 350 µg/m³. 24 ylitystä on sallittu, eli täällä tulokset eivät vastaa EU:n sääntöjä eikä Norjan lakeja. 125 µg/m³ ylittäviä vuorokausikeskiarvoja oli 7 kertaa (3 on sallittu), eli tässä ei pysytty EU:n sääntöjen ja Norjan lainsäädännön asettamissa rajoissa. Kansallisen tavoitteen (90 µg/m³) ylittäviä vuorokausikeskiarvoja oli 12. Kalenterivuoden 2011 keskiarvo oli 19,8 µg/m³ (juuri alle ekosysteemin hyvinvoinnille asetetun raja-arvon alapuolella).

Lokakuusta 2008 lähtien Svanvikissa on mitattu myös raskasmetalleja pölyssä/ilmassa. Kesällä 2011 analysoitiin vain itätuulille altistuneet suodattimet. Metalleja Ni, As, Cu ja Co pidetään Nikkelin laitoksilta tulevana hivenmetalleina. Kesällä 2011 näiden metallien yhden vuorokauden maksimipitoisuudet olivat seuraavat: Ni 65,16 ng/m³, As 35,94 ng/m³, Cu 76,85 ng/m³ Co 2,25 ng/m³. Nämä ovat yhtä korkeita maksimipitoisuuksia, kuin mitä mitattiin 1990-luvulla. Svanvikin aseman mittaustajuuksia muutettiin marraskuussa 2011, ja Karpdalenissa aloitettiin raskasmetallien mittaus pölyssä/ilmassa. Molemmat asemat mittaavat viikkonäytteitä. Taulukko 2 näyttää näiden asemien keskiarvopitoisuudet talvella 2011/12.

Taulukko 2: Ilmassa olevien elementtien keskiarvot Svanvikissa ja Karpdalenissa talvikaudella 2011/12.

Asema	Pvm.stä	Pvm:ään	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	01.10.2011	31.03.2012	4,51	1,92	5,03	0,18
Karpdalen	01.11.2011	31.03.2012	7,20	3,85	7,55	0,28

Raskasmetalleja koskevat raja-arvot ("target value") ovat nikkeliä koskien 20 ng/m³ ja arseenia koskien 6 ng/m³ vuosikeskiarvoina ilmaistuina.

Sadannan laatu

Sadannan laatua mitattiin Svanvikissa ja Karpdalenissa kesällä 2011 ja talvella 2011/12. Karpbuktin näytteistä analysoidaan pääkomponentit, Svanvikissa on vuodesta 2004 analysoitu ainoastaan raskasmetalleja.

Kesään 2010 verrattuna oli Svanvikin sademäärä sama kesällä 2011. Talvella 2011/12 sadanta Svanvikissa oli pienempi kuin edellisenä vuotena ja lunta oli vähän. Karpbuktissa oli sadanta kesällä 2011 ja talvella 2011/2012 melkein sama, kuin vastaavina kausina edellisenä vuonna. Kokonaissadanta Svanvikissa oli 367 mm ja Karpbuktissa 535 mm. Sadanta Svanvikissa ja Karpbuktissa on pienintä kaikkiin muihin Norjan mantereella sijaitsevilla ilmanlaadun mittausasemilla.

Pääkomponenttipitoisuuksilla⁵ Karpbuktissa tarkoitetaan aineita, joita enemässä tai vähemmässä määrin luonnollisesti esiintyy sadannassa. Mutta tietty osa aineista on ihmisen toiminnan aiheuttamia niin, että tätä voidaan katsoa myös saasteena. Sadannan pH-arvo on Karpbuktissa noin 5 tai hiukan alle. Tämä on suurin piirtein sama, kuin muillakin norjalaisilla asemilla. Myös SO_4^{2-} pitoisuudet ovat samalla tasolla, kuin muilla asemilla Norjassa. Sadannassa on jonkin verran Na ja Cl johtuen meren läheisyydestä.

Svanvikin sadantanäytteistä analysoidaan seuraavia raskasmetallipitoisuuksia: Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co ja Cr, V ja Al⁶. Raskasmetallipitoisuudet, paitsi Pb, Zn ja V, ovat Svanvikissa huomattavasti korkeammat, kuin muilla norjalaisilla asemilla. Ni-, Cu-, Co- og As-pitoisuudet sadannassa nousivat kesäkaudelta 2010 kesäkaudelle 2011. Talvella 2011/12 As- ja Cu-pitoisuudet kohosivat, ja Ni- ja Co-pitoisuudet laskivat edelliseen talveen verrattuna (70% aleneminen nikkelin (Ni) kohdalla). Tähän eroavuuteen on vaikea antaa täydellistä selitystä, koska kaikkia neljää metallia pidetään sulatosta tulevina hivenmetalleina.

Sadannan raskasmetallilaskeuma (Ni, Cu, Co ja As) on Svanvikissa tavallisesti korkeampi kesällä, kuin talvella. Tämä johtuu siitä, että tuulen suunta kesäisin on Nikkelistä Svanvikiin päin useammin, kuin talvisin. Kesällä 2011 Ni- ja Cu-laskeumat kohosivat jonkin verran verrattuna edelliseen kesään, kun taas Ni-laskeuma talvikaudella 2011/2012 väheni. Raskasmetallipitoisuudet sadannassa ovat lisääntyneet vuodesta 2004 verrattuna aikaan ennen vuotta 2004.

Suomentanut Anne Sikanen

⁵ Pääkomponentteiksi katsotaan SO_4 , NH_4 , NO_3 , Na, Mg, Cl, Ca, K

⁶Pb: lyijy, Cd: kadmium, Zn: sinkki, Ni: nikkeli, As: arseeni, Cu: kupari, Co: koboltti, Cr: kromi, V: vanadiini, Al: alumiini

4. Summary

Smelting operations in Nikel in combination with the briquetting facility in Zapoljarnij in Russia emit large concentrations of Sulfur Dioxide (SO₂) and heavy metals. These facilities are located very near the Norwegian border and the emissions enter Norway with eastern and southerly winds. Pasvikdalen and Jarfjord in South-Varanger municipality have the highest measured concentrations of SO₂ in all of Norway.

The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants in Southern Varanger since 1974. During the period April 2011 – March 2012 there was registered a total of 10 hourly concentration averages of SO₂ over the 350 µg/m³ limit value at Svanvik in Pasvikdalen (west from Nikel), wherof 6 of these occurred during summer 2011 and 4 during winter 2011/2012. EU regulations allow up to 24 exceedences over 350 µg/m³ per calendar year; the maximum hourly average during this period was 858 µg/m³. In Karpdalen (north of the smelting complex on the Russian side) there were 6 hourly averages of SO₂ over 350 µg/m³, whereof 3 during summer 2011 and 3 during winter 2011/2012; the maximum hourly average was 838 µg/m³.

There were no daily average exceedences of the 125 µg/m³ SO₂ limit value at Svanvik during this period, while there were 3 exceedences of this value at Karpdalen; EU regulations allow only 3 days over 125 µg/m³ SO₂ per calendar year. The Norwegian national target value (90 µg/m³ daily average) was exceeded 2 times at Svanvik and 5 times in Karpdalen; the maximum daily average was 110 µg/m³ at Svanvik and 139 µg/m³ at Karpdalen.

Also on the Russian side of the border, near the city of Nikel, there appears to be even higher concentrations of SO₂. The NILU monitoring station in Nikel was closed on 31 August 2008, and has not been re-opened since; however, Russian scientists are currently collecting measurements which are publically available.

Measurements of heavy metals in the air and precipitation at Svanvik and in Karpdalen show increased concentrations of trace metals from the Nikel factory (nickel, arsenic, copper and cobalt).

Measurement Program

The measurements in this report are part of the Norway national government program for monitoring air pollution and are also a part of bilateral cooperation between Norway and Russia. This Norwegian-Russian cooperation for the environment in the border area has been ongoing since 1988. The Norwegian measurement program includes collecting data on meteorological conditions, air quality, and precipitation, in which the program is financed by the Norwegian Climate and Pollution Agency (Klif) in cooperation with the Norwegian Ministry of Environment (MD).

During the period April 2011 – March 2012 the measurements on the Norwegian side of the border were taken from the following stations: Svanvik, Karpdalen Karpbukt, and Viksjøfjell. The Svanvik station includes measurements of SO₂ (continuous), meteorological conditions, including heavy metals in particles and precipitation. The Karpdalen (at Jarfjord) station measures SO₂ (continuous) and meteorology, including heavy metals in particles from November 2011. The Karpbukt stations measures the main components in precipitation. In addition, in Viksjøfjell (at Jarfjordfjellet) SO₂ passive sampling was performed. On the

Russian side of the border the Hydrometeorological Institute in Murmansk measures SO₂ concentrations in Nikel and Zapoljarnij, as well as measuring the meteorological conditions in Nikel and Jäniskoski. This report only presents data from the measurements NILU has conducted on assignment from Norwegian authorities on the Norwegian side of the border.

Meteorology

The meteorological measurements in South-Varanger mainly include wind direction, wind speed, temperature, and relative humidity in Svanvik and in Karpdalen. During the summer, wind direction in Svanvik is variable, but winds from the north-east can be considered most dominant. The most frequently occurring wind direction during winter is from the south and south-west. Wind from the east normally gives increased SO₂ concentrations in Svanvik due to the emissions from Nikel. In Karpdalen the wind is channeled in the north-south direction, with the most frequently occurring wind direction from the south during winter. Winter 2011/2012 for the area experienced a minimum temperature of -35.4°C at Svanvik (during February) and a maximum temperature of 29.2°C (during July); the average temperature for the entire period was 1.8°C.

Air Quality

Emissions of SO₂ from the nickel smelter facilities in Nikel and the briquette industry in Zapoljarnij in Russia are around 100,000 tons/year. This value is approximately 5 times greater than the total SO₂ emissions from all sources in Norway. These emissions contribute to very high SO₂ concentrations in the Norway-Russian border area.

A summary of the measurement results for SO₂ during the period 01 April 2011 – 31 March 2012 are presented in Table 1.

The Norwegian limit value for hourly SO₂ concentrations averages is 350 µg/m³, and can be exceeded no more than 24 times a year. At Svanvik there were 6 exceedences of this limit value during summer 2011, and 4 during winter 2011/2012. Karpdalen had 3 exceedences of the limit value during summer 2011, and 3 during winter 2011/2012.

The Norwegian limit value for daily SO₂ concentration average is 125 µg/m³, and cannot be exceeded more than 3 times per calendar year. There was no exceedences of this limit value at Svanvik and 3 in Karpdalen for the period April 2011 – March 2012. The Norwegian national target value for daily SO₂ concentration averages is 90 µg/m³ (with no exceedences per year), and this target was exceeded 2 times for Svanvik and 5 times for Karpdalen during the period April 2011 – March 2012 ; national target values are not legally binding.

The Norwegian limit value for impacts to ecosystems is 20 µg/m³ SO₂ per season, where during winter 2011/2012 the average SO₂ concentration was not exceeded in Karpdalen (at 18.3 µg/m³), or in Svanvik (6.1 µg/m³). Passive sampling measurements taken in Viksjøfjell did however exceed this limit value for Winter 2011/2012 (at concentrations of approximately 30 µg/m³).

Table 1: Key values for measurements taken from 01 April 2011 – 31 March 2012.

Parameter	Svanvik	Karpdalen
Highest 10 minute value $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1099	1732
Highest hourly average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$	858	838
# Hourly average values > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	6	3
# Hourly average values > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	4	3
Highest daily average $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	88	112
Highest daily average $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	110	139
# Daily averages > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	3
# Daily averages > 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	5
Average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	7.2	12.0
Average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	6.1	18.3

The continual monitoring of SO_2 in relation to wind direction clearly shows that the industries in Nikel and Zapoljarnij are the main source of SO_2 in the border areas. A compiled analysis of SO_2 pollution in the border areas during the period 1974-2011 shows that the emissions and concentrations reached a maximum during the end of the 1970's/beginning of the 1980's. Since this period, the emissions and the measured concentrations have been reduced. The emissions of SO_2 are now approximately $\frac{1}{4}$ of the levels 30 years ago. Hourly averages have been measured at Svanvik since 1988. Measurement results from Svanvik shows a reduction in the average levels which are in stride with the overall long-term reduction of SO_2 emissions from the smelter activities in Nikel.

Norwegian nation limit values actually only pertain to a given calendar year. At Svanvik the Norwegian limit value for calendar year 2011 for SO_2 was not exceeded, however the national target value for daily SO_2 averages (over 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, with no exceedences allowed per year) was exceeded 2 times. Measurements in Karpdalen for calendar year 2011 show 51 hourly concentrations over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, where the EU and Norwegian legal limit of only 24 exceedences was broken. There were 7 daily SO_2 averages measured over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (with only 3 allowed exceedences), thus again breaking EU and Norwegian legal limit values. Karpdalen also had 17 daily averages over the national target value (90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), where the mean value for 2011 was 19.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (just under the limit value for ecosystem impacts).

From October 2008, NILU began measuring heavy metals in particles/air in Svanvik. During Summer 2011, only filters which were exposed to easterly wind were analyzed. Ni, As, Cu, and Co are determined as specific trace metals from the smelting industries. During summer 2011 the maximum daily concentration of Ni was 65.16 ng/m^3 , for As 35.94 ng/m^3 , for Cu 76.85 ng/m^3 , and for Co 2.25 ng/m^3 . These values are just as high as the maximum concentrations which were measured in the beginning of the 1990's. In November 2011 the measurement frequency at Svanvik was altered and measurements of heavy metals in particles/air began in Karpdalen; both stations now measure at weekly intervals. The average concentrations found at these two stations during winter 2011/2012 are given in Table 2.

Table 2: Average values of elements found in air at Svanvik and in Karpdalen during winter 2011/2012.

Station	From date	To date	Ni ng/m^3	As ng/m^3	Cu ng/m^3	Co ng/m^3
Svanvik	01.10.2011	31.03.2012	4.51	1.92	5.03	0.18
Karpdalen	01.11.2011	31.03.2012	7.20	3.85	7.55	0.28

The target values for heavy metals are 20 ng/m³ for nikkel and 6 ng/m³ for arsenic (annual average).

Precipitation Quality

Precipitation quality was measured in Svanvik and Karpbukt in summer 2011 and in winter 2011/2012. Samples from Karpbukt are analyzed for the typical main components, while samples from Svanvik (starting in 2004) are just analyzed for heavy metals.

There were similar precipitation amounts in Svanvik in summer 2012 in comparison to summer 2011. During winter 2011/2012 Svanvik had less precipitation than last winter, in addition to little snow accumulation. In Karpbukt the precipitation was similar to the previous year period, both for summer 2011 and winter 2011/2012. Total precipitation for the period was 367mm at Svanvik and 535mm at Karpbukt. Svanvik and Karpbukt had the lowest annual precipitation amounts in comparison to all of the other air quality monitoring stations in mainland Norway.

When examining the concentrations of the typical main components⁷ in Karpbukt, most of the values are more or less naturally found in precipitation. However, there is a certain proportion of anthropogenic contribution which can be considered pollution. pH in precipitation in Karpbukt is a little under 5, which is comparable to other stations in Norway, and there is some Na and Cl in the precipitation due to the close proximity to the sea.

Precipitation samples from Svanvik are analyzed for concentrations of the heavy metals Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co and Cr, V and Al⁸. All heavy metals (with the exceptions of Pb, Zn, and V) show considerably higher concentrations in precipitation in Svanvik when compared to other Norwegian stations. Concentrations of Ni, Cu, Co, and As trace metals in precipitation increased from summer 2010 to summer 2011. For comparing winter 2011/2012 to the previous winter, the concentrations of As and Cu increased, while the concentrations of Ni and Co decreased (with a 70% reduction alone for Ni). It is difficult to give an adequate explanation for these different values since all four of these elements are trace metals from smelter activity.

The allocation of heavy metals Ni, Cu, Co, and As in precipitation is normally a lot higher during summer than during winter in Svanvik. This is due to that the frequency of wind from the direction of Nikel towards Svanvik is significantly higher during summer in comparison to winter. However, during summer 2011 the allocation of Ni and Cu slightly increased in comparison to the previous summer, while the allocation of Ni decreased during winter 2010/2011. Heavy metals in precipitation have risen from 2004 in comparison to years before 2004.

English translation: Scott Randall, NILU.

⁷ Typical main components are defined as SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

⁸Pb:lead, Cd: cadmium, Zn: zink, Ni: nickel, As: arsenic, Cu: copper, Co: cobalt, Cr: chromium, V: vanadium, Al: aluminum

5. Innledning

Grenseområdene mellom Russland og Norge er rik på metaller og mineraler. Ved byen Nikel i Russland har det vært smelteverk siden 1930-tallet som produserer nikkel. Malmen som videreføres er rik på nikkel og andre tungmetaller, men inneholder også en viss mengde svovel (~5-6 %). Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder tungmetaller og svoveldioksid (SO₂). Disse utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene.

5.1 Historikk

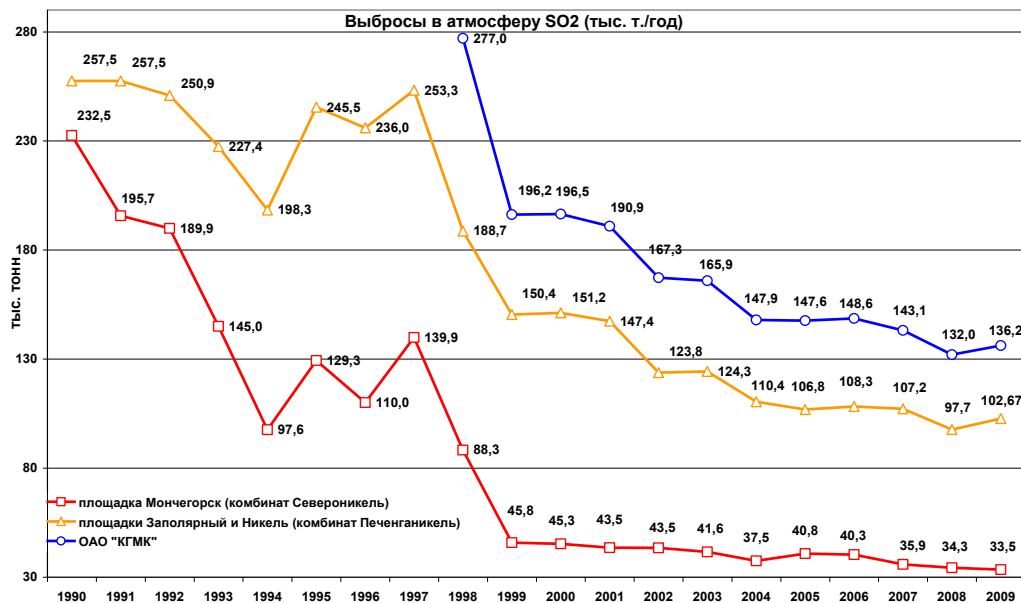
Området øst i Pasvikdalen var finsk fra 1920 og fram til krigen (kalt Finskekilen eller Petsamo). Sommeren 1921 fant en ung finsk geologistudent nikkel i berggrunnen i dette området. På 1930-tallet ble det anlagt smelteverk ved byen Kolosjoki for å utvinne og foredle disse nikkelforekomstene. Nikkel er en viktig bestanddel i rustfritt stål og smelteverket var et viktig strategisk mål under 2. verdenskrig/ Fortsettelseskrigen (Jacobsen, 2006). Etter siste krig ble området øst for Pasvikelva en del av Sovjetunionen og byen og smelteverket skiftet navn til Nikel. Det har pågått utvinning og produksjon av nikkel siden den gang. Etter oppløsningen av Sovjetunionen og opprettelsen av Den russiske føderasjon på 1990-tallet ble verket privatisert. Verket eies i dag av Norilsk-Nickelkonsernet.



Figur 1: Smelteverket i Nikel sett østfra med Norge i bakgrunnen. Smelteverket ligger nord for selve byen. Det er utslipp både fra de tre pipene og fra smeltehallen/bygningene, såkalte diffuse utslipp. Den lave pipen helt til venstre i bildet er varmekraftverket som forsyner Nikel by. Kilde: Thomas Nilsen, BarentsObserver.

5.2 Utslipp

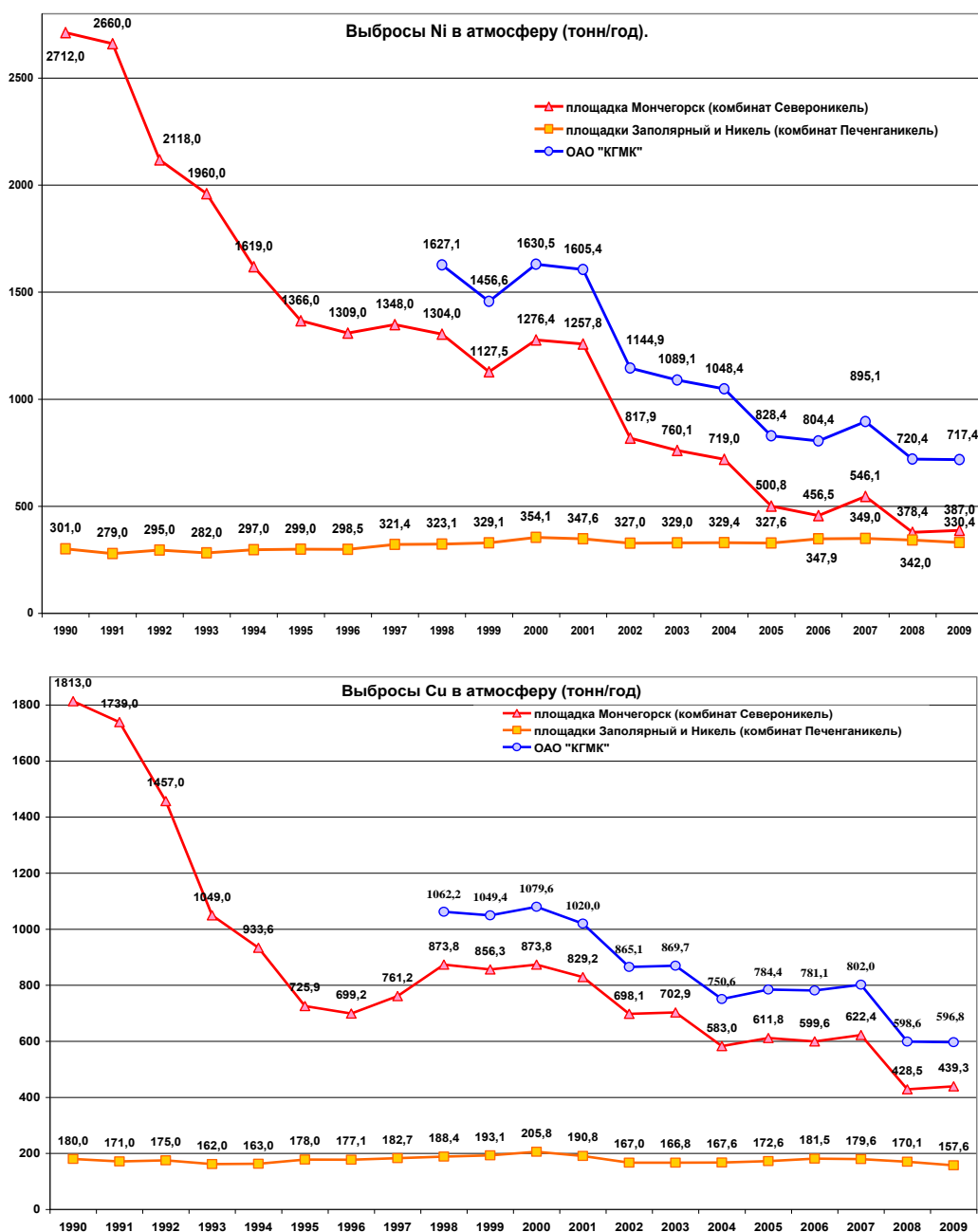
Anleggene i grenseområdene består i dag av ulike underjordiske gruver rundt Zapoljarnij og Nikel. Dernest et anrikings- og briketteringsanlegg i Zapoljarnij⁹ hvor malmen knuses, oppkonsentreres og hvor det lages nevestore briketter. Brikettene sendes så til smelteverket i Nikel (Figur 1) som produserer nikkelmatte. Nikkelmatte er et mellomprodukt i foredlingen av nikkelmalm og inneholder omlag 40 % nikkel. Deretter sendes nikkelmatten til smelteverket i Monchegorsk som videreforedler denne og produserer ren nikkel og andre nikkelrelaterte produkter. Kart (Figur 5) på side 32 viser geografisk plassering av utslippskildene og NILUs målestasjoner. Utslippene av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij skyldes høyt innhold av svovel i selve malmen. Utslippene av SO₂ fra smelteverkene i Russland har gått gradvis nedover de siste 20-30 årene, men totale svovelutslipp fra virksomhetene i Nikel og Zapoljarnij utgjør fortsatt omlag 100'000 tonn SO₂ per år, 60'000 tonn fra Nikel og rundt 40'000 tonn fra Zapoljarnij (Figur 2). Dette er 5 ganger større enn Norges samlede utslipp. Rundt 1980 var de totale utslippene over 400'000 tonn SO₂ per år. De store utslippene den gang skyldtes bruk av malm fra Sibir med meget høyt innhold av svovel (opptil 24 % S). I tillegg til SO₂ er det også anselige utslipp av tungmetaller fra anleggene i Nikel og Zapoljarnij. De offisielle rapporterte utslippstallene for 2009 utgjorde til sammen 330 tonn nikkel og 158 tonn kobber (Figur 2).



Figur 2: Utslippstall fra Kola MMC (datterselskap av Norilsk-Nickel), utslipp av SO₂ (øverste denne side), Ni (øverste neste side) og Cu (nederste neste side). Orange kurve viser utslipp fra Pechenganikel (Nikel og Zapoljarnij), rød kurve viser Severonikel (verk i Monchegorsk) og blå er sum. Enhet tonn/år.¹⁰

⁹ For videre detaljer, se http://www.nornik.ru/en/our_products/kola_mmc/

¹⁰ Takk til Bellona v/ Larisa Bronder for videresendelse/fremskaffelse av disse tallene.



Figur 2 forts.

Anlegget i Zapolyarnij gjennomgår nå en modernisering med nye produksjonslinjer. Etter moderniseringen vil malmbrikettene tørkes, ikke røstes¹¹ slik de ble tidligere. Dermed vil svovelet forbli i malmen og ikke slippes ut. Utslippene av SO₂ i Zapolyarnij vil etter planen reduseres til 1'000 tonn pr år, dvs. redusert til 1/40 av nåværende utslipp. Men dette svovelet vil deretter slippes ut fra anlegget i Nikel når brikettene videreforedles der. Sagt med andre ord; reduksjonen i Zapolyarnij vil gi økte utslipp i Nikel, totalutslippet reduseres ikke, utslippene vil kun "flyttes" fra Zapolyarnij til Nikel. Nikel ligger nærmere norskegrensen enn Zapolyarnij og endringen i utslippsmønsteret vil gi økt miljøbelastning på norsk side.

¹¹ Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.



Figur 3: Smelteverket i Nikel og utslipp sett fra Brannfjellet i Pasvikdalen. Bildet er tatt 23. juli 2007, dvs. etter den såkalte sommerepisoden i 2007. Sørlig vind bringer utslippene nordover og vekk fra selve Nikel by. Merk de diffuse utslippene fra bygningene. Foto: Espen Tangen Arnes, Bioforsk Jord og Miljø, Svanhovd.

Figur 1 viser et bilde av selve smelteverket i Nikel, mens Figur 3 og Figur 4 (neste side) viser eksempler på utslipp slik de sees fra norsk side. I 2008 ble den ene pipen delvis demontert og det er nå to høye og en kortere pipe ved verket (merk at på bildet i Figur 3 tatt i 2007 er det tre høye piper ved verket, mens i Figur 4 tatt i 2008 er det kun to).

Angående utslipp vist i Figur 3 og Figur 4, så er SO_2 en usynlig gass og synes derfor ikke, røyken som sees er hovedsakelig vanndamp og partikler. Fargen på røyken kan variere fra tilnærmet hvit, ulike sjatteringer i grått og over mot svart. Årsaken til variasjonen er ukjent. En stor andel av utslippene er såkalte diffuse utslipp som slippes ut direkte fra selve smelتهallen og bygningene, ikke fra pipene. Dette er røyk og avgasser som slippes ut nær bakken og som forblir i bakkenivå ved stabile forhold. Diffuse utslipp bidrar til høye bakkekonsentrasjoner i smelteverkets nærområde, og utslippene driver innover Nikel by ved vind fra nord (byen ligger like sør for verket). På mange måter fungerer ikke pipene etter hensikten. Formålet med en pipe er å slippe ut forurensningen høyt oppe slik at utslippet fortynnes og konsentrasjonen er lavere når røykfanen når bakken. Ved utslipp i bakkenivå blir konsentrasjonen meget høy nær utslippspunktet. Andelen diffuse utslipp virker å ha økt de senere årene. En mulig forklaring er at sørveggen på smelteverket er tatt ned og røyk unnslipper direkte ut i friluft fra smelتهallen.



Figur 4: Smelteverket og Nikel by, sett fra høyde 96 i Pasvikdalen 19. juni 2008. Pasvikvassdraget og Svanevann skiller Norge og Russland. Nordlig vind bringer utslippene inn mot Nikel by. Middelkonsentrasjonen på stasjonen i Nikel by var omlag $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da bildet ble tatt. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.

Figur 4 er en god illustrasjon av utslippene og forurensningen i Nikel. Her driver utslippene sørover inn over Nikel by. En forholdsvis stor andel av utslippene kommer direkte fra bygningene. De får utslippene intet løft, og det er svært liten fortynning før utslippet når bakken. Resultatet er høye målte bakkekonsentrasjoner i nærområdet. Målte timekonsentrasjoner i Nikel by i perioden da bildet ble tatt var $1470 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19. juni 2008 kl. 11-12 norsk tid) og $1527 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kl. 12-13). De målte 10-minutttersverdiene var tidvis enda høyere.

Mengden utslipp/røykgass fra smelteverket i Nikel er sterkt varierende på kort tidsskala. Med kun minutters mellomrom kan det variere fra tilnærmet intet utslipp til så å velte røyk ut av pipene/bygningene. Dette skyldes sannsynligvis produksjonsmønsteret. Merk dog at det ikke foreligger detaljerte opplysninger om produksjonen eller produksjonsmetodene

Ellers ga norske myndigheter i 1991 tilsagn om støtte på 300 millioner kroner til modernisering og innføring av rensetiltak i Nikel. Norilsk-Nickelkonsernet meldte i desember 2009 at tiltakene ikke blir gjennomført og støtten ble derved trukket tilbake (se eks. Hønneland og Rowe, 2008 for bakgrunnshistorikk).

5.3 Dagens situasjon

Utslippene fra smelteverkene bidrar til forhøyede konsentrasjoner av svoveldioksid i Pechenga og Sør-Varanger og luftforurensningen i grenseområdene mellom Russland og Norge er betydelig. Smelteverket i byen Nikel ligger 7 km fra den norske grensen. Når vinden kommer fra øst vil røyken fra smelteverket komme inn over Pasvikdalen og gi høye, kortvarige konsentrasjoner, såkalte ”episoder”. Ved vind fra sør vil utslippene fra Nikel bringes

inn over Karpdalen og Jarfjordfjellet. Dette er særlig fremtredende om vinteren da hyppigst forekommende vindretning er fra sør. Det er enn så lenge også betydelige utslipp fra briketteringsanlegget i Zapoljarnij som ligger lenger øst og utslippene herfra blåser inn over Jarfjordområdet ved østlig og sørlig vind.

Fra 2004 og framover har man observert en økning i konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør (se Tabell 24 til Tabell 27 og Figur 24 i kap 10.3). Dette bør overvåkes nøye. I 2008 og 2011 ble måleprogrammet utvidet til også å omfatte tungmetaller i luft¹² hhv. på Svanvik og i Karpdalen.

5.4 Miljøeffekter

Områdene omkring Pasvikelva og Jarfjord i Sør-Varanger kommune i Øst-Finnmark har størst påvirkning av forsurende SO₂ og skadelige tungmetaller i hele Norge, og innhold av tungmetallene kobber (Cu) og nikkel (Ni) i moser er blant de høyeste i Europa (AMAP, 2005; Harmens et al 2010). Overvåking av effektene i regionen fra disse utslippene har vært en viktig del av miljøarbeidet helt siden 1980-tallet; både i form av nasjonale overvåkingsprogrammer i Norge, Finland og Russland, men også som et samarbeid mellom de tre landene. I de senere år har for eksempel det trilaterale Pasvikprogrammet (Fylkesmannen i Finnmark 2008) bidratt til økt kunnskap.

Akvatiske ferskvannøkosystemer og landbaserte (terrestriske) økosystemer på norsk side av grensen ser ut til å ha klart seg relativt godt fra av utslippene fra smelteverkene i nord-vestre Russland. Dette gjelder spesielt effekter av forsurende SO₂. Den viktigste grunnen til dette er stor pH-bufrende evne i berggrunnen i området ved Svanvik, og i tillegg at utslippene fra anleggene inneholder støv med pH-bufrende evner. Jarfjord-området med dets granittberggrunn er mer følsomt for forsurende nedfall, men her har det minkende forsurende nedfall de seneste tiårene resultert i økende pH-verdier og mindre forsurende nedfall (Puro-Tahvanainen et al. 2011; Fylkesmannen i Finnmark 2008).

Når det gjelder tungmetaller er det tre måleprogrammer på norsk side som alle viser samme trend når det gjelder tungmetaller; programmet for overvåking av norske innsjøer (Schartau et al., 2011), programmet for innsamling og analyse av mose hvert 5. år (Steinnes et al., 2011a, 2011b) og herværende program. Alle tre viser økning i tungmetaller i grenseområdene mellom Norge og Russland. Dette er tungmetaller som er sluppet ut til luft fra smelteverkene på russisk side, transportert med luftmasser og så avsatt.

Problematikken med tungmetaller er, som nevnt, ikke løst og også i innsjøer på norsk side i Jarfjord viser konsentrasjonene av Ni og Cu en økning for tidsrommet 2004 til i dag sammenlignet med tidsrommet før 2004 (Schartau et al., 2011, Lappalainen et al, 2007). Denne økningen i 2004 sees også i målinger av avsetning på Svanvik (figur 24). Tegn på forbedring er funnet i små sjøer og bekker på norsk side ved flere andre tungmetaller, for eksempel ved aluminium og bly, som ikke stammer fra metallsmelteverkene.

¹² Tungmetaller vil aldri opptre i gassform ved normal trykk og temperatur. Tungmetaller som måles her er festet til partikler/svevestøv. Uttrykkene ”tungmetaller i luft” og ”tungmetaller i svevestøv” beskriver samme fenomen og brukes ofte omhverandre.

Det er også funnet forhøyete verdier av tungmetaller i fisk og sedimenter i området. Fisken i Pasvik-vassdraget er i stort sett frisk, men verdiene i fisk i en del sjøer på russisk side i nabolaget omkring smelteverket i Nikel viser store mengder tungmetaller (Fylkesmannen, 2008, Kashulin et al. 2011), og miljøgifter; spesielt innsjøen Kuetsjärvi ved byen Nikel, som i tillegg til utslipp til luft og også direkte mottar smelteverkets og byen Nikel sine avløpsvann. For ytterligere informasjon om vannkvalitet i grenseområdene og Pasvikvassdraget, se eks. Schartau et al. (2011) og Puro-Tahvanainen et al. (2011).

Selv om de terrestriske (landbaserte) økosystemene på norsk side grensen har klart seg bra, er situasjonen annerledes på flere steder på russisk side, spesielt området mellom verkene i Nikel og Zapoljarnij. Det er her i områdene nordøst for Nikel som skadevirkningene er størst fordi vinden vanligvis blåser utslippene i den retningen (se vindrose fig. 6). I områdene som er hardest forurenset er vegetasjonen forsvunnet, med tilhørende store erosjonsproblemer, eller er blitt dominert av lyng og kratt istedenfor reinlav, vanlige skogsmoser og levermose som er mer sårbare for tungmetaller og andre miljøgifter. Siden 1970-årene har sammensetningen av vegetasjonen forandret seg veldig, men noen tegn finnes som tyder på at enkelte pionerarter av mose og lav nå er i ferd med å etablere seg igjen (Fylkesmannen i Finnmark 2008).

Utslippene til luft fra smelteverkene har hatt omfattende følger for fugler og små pattedyr med risiko for nedsatt helse og reduserte reproduksjonsevner. Konsentrasjonene av tungmetaller i svarthvite fluesnappere er høyere i nærheten av smelteverkene enn i mindre forurensete områder og formeringsevnen har avtatt i disse områdene. Antallet gråsidemus, rødmus og vanlig spissmus er lavere 7 kilometer fra Nikel enn 13 kilometer unna byen. Bestanden av gråsidemus er rundt fem ganger så stor som rødmus-bestanden i forurensete områder mens rødmusa vanligvis er mer utbredt (Fylkesmannen i Finnmark 2008).

Det er ikke påvist miljøgifter i grunnvannet på norsk side i grenseområdet og i grunnvannet på Svanvik er ikke konsentrasjonene av noen av tungmetallene høye (Jæger 2011). De pågående og i siste tid økende utslipp av tungmetaller er dog fanget opp i moser, som ofte er brukt som indikator da de tar opp næringsstoffer i hovedsak fra nedbør. I moser i Svanvik har konsentrasjoner av Ni og Cu øket omtrent ti (10) ganger fra 1977 til i dag og i Grense Jakobselv har Ni øket tre ganger og Cu 1,5 gang (Steinnes 2011a og b). Dette varsler om en opphopning av tungmetaller i biomasser, som med tiden kan lede til forandringer av prosesser og omsetning i økosystemene.

5.5 Måleprogram

På norsk side startet målinger av SO₂ i Kirkenes og på Svanvik i 1974. I 1978 ble målingene utvidet med to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn. I 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn flyttet til Karpdalen. Under den såkalte basisundersøkelsen i 1988 ble målenettet ytterligere utvidet med stasjoner på Viksjøfjell, Noatun og Kobbfoss. De første årene ble målingene utført ved hjelp av en ”kommunekasse” der SO₂ ble absorbert i en løsning og analysert i laboratoriet etterpå. Nå gjøres målinger med kontinuerlige monitorer hvor resultatene etter en enkel kvalitetssikring legges ut på internett direkte (www.luftkvalitet.info).

På russisk side ble det satt i gang SO₂-målinger på tre russiske stasjoner; SOV1, SOV2 (Maajärvi¹³) og SOV3 i 1990. I 1991 ble det opprettet en stasjon i Nickel by som målte SO₂.

Utover 1990-årene ble de fleste stasjonene nedlagt pga. reduserte bevilgninger. I rapporteringsperioden 2011/2012 måles SO₂ i luft og meteorologi på Svanvik. På Svanvik måles også tungmetaller i nedbør og tungmetaller i luft. Stasjonen i Karpdalen er fullt operativ og måler SO₂ og meteorologi, samt tungmetaller i luft. Fra juli 2009 gjøres det målinger med passive SO₂-prøvetakere på Viksjøfjell. Disse resultatene rapporteres også her.

Fram til august 2008 hadde NILU en stasjon i Nickel by som målte SO₂ (instrument finansiert av det norske Miljøverndepartementet). Denne ble da stengt av russiske myndigheter pga. manglende formelle tillatelser. HydroMet i Murmansk gjør i dag egne målinger av SO₂ i bl.a. Nickel og Zapoljarnij. Resultatene fra disse målingene er offentlig tilgjengelige¹⁴. Samarbeidet mellom Russland og Norge om miljøovervåkingen er bedret det siste året, og det arbeides med å etablere mer formelt samarbeid og avtaler og systemer for utveksling av data.

Finland har også egne målestasjoner som måler konsentrasjoner av SO₂. I finsk Lappland er det tre stasjoner med SO₂-målinger, Muonio, Enare og Utsjoki. Måleresultatene legges fortløpende ut på internett på samme måte som i Norge¹⁵ (se også referanseliste kap.11.1 for utfyllende adresser).

¹³ ”järvi” er finsk og betyr innsjø, den tilsvarende samiske betegnelsen er ”jav’ri”. Järvi og jav’ri brukes tidvis omhverandre i stedsnavn i grenseområdene.

¹⁴ <http://www.kolgimet.ru/monitoring/avarianikel.htm>

¹⁵ <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php>

6. Målinger april 2011-mars 2012

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 2011-mars 2012 er vist i Tabell 3 og Tabell 4. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 5. Bemerk at måleprogrammet er utvidet og endret i det at det nå også gjøres målinger av tungmetaller i luft i Karpdalen, samt at det tas ukeprøver i stedet for døgnprøver av tungmetaller i luft (kontinuerlig prøvetaking).

Tabell 3: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden april 2011 - mars 2012.

Stasjon	SO ₂ (timeverdier)	SO ₂ (14 dagers middel)	Tungmetaller (ukeverdier)
Svanvik	x		x
Karpdalen	x		x ¹⁾
Viksjøfjell		x	

1) Fra høsten 2011.

Tabell 4: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 2011 - mars 2012.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)					
		Vind- retning	Vind- styrke	Temperatur	Relativ fuktighet	Stabilitet	Luftrykk
Svanvik	x ¹⁾	x	x	x	x	x	
Karpdalen		x	x	x	x		x
Karpbukt	x ²⁾						

1) Tungmetaller i nedbør.

2) Hovedkomponenter i nedbør.



Figur 5: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørskvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene mellom Norge og Russland i perioden april 2011-mars 2012. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

På Svanvik og i Karpdalen måles SO_2 med kontinuerlig registrerende instrumenter. Data fra stasjonene overføres trådløst til NILU med GSM eller GPRS senest 2 timer etter at målingene er utført. Etter en enkel automatisk og manuell kvalitetskontroll for å luke ut åpenbare feil legges dataene ut på internett (www.luftkvalitet.info). Disse dataene er ikke endelig kvalitetskontrollerte. Ved hvert månedsskifte overføres data fra loggeren til NILU (SO_2 og meteorologi). Disse dataene gjennomgår en grundig kvalitetssjekk, skaleres for å kompensere for drift i instrumentet (SO_2), og legges så over i NILUs databaser. SO_2 -instrumentene på Svanvik og i Karpdalen kalibreres av stasjonsholder omlag en gang pr. uke. Alle instrumenter gjennomgår kvartalsvis ettersyn av ingeniører fra NILU.

På Viksjøfjell måles SO_2 med passive prøvetakere. Dette er små brikker som eksponeres og som så sendes til NILU for analyse. Prøvetakerne eksponeres i 14 dager av gangen og gir gjennomsnittlig konsentrasjon for denne perioden.

I Karpbukt og Svanvik tas det ukeprøver av nedbør. Prøvene fra Karpbukt analyseres med hensyn på nedbørmengde, ledningsevne, pH og hovedkomponentene SO_4 , NH_4 , NO_3 , Na, Mg,

Cl, Ca og K, mens prøvene fra Svanvik analyseres med hensyn på tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al¹⁶, samt nedbørmengde. Nedbørstasjonen i Karpbukta erstattet den tidligere stasjonen i Karpdalen fra 1.10.1998.

Data fra Svanvik og Karpdalen publiseres også i NILUs oversiktsrapport som presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i 2011 (Aas et al., 2012).

På Svanvik og i Karpdalen (fra høsten 2011) tas det også filterprøver av tungmetaller i luft/svevestøv. Det analyseres for de samme 10 komponentene som i nedbør. Filtrene skiftes av lokale stasjonsholdere (Svanhovd miljøseniter, Bioforsk Jord og miljø og Leif Vonka) og sendes NILU for analyse. Fra høsten 2011 ble også prøvetakingsfrekvensen endret slik at det nå tas ukeprøver hvor alle filtre analyseres. Siden grenseverdiene for tungmetaller i luft er satt for årsmiddel er det mest relevant og anvendelig å ta ukesprøver som i sum utgjør kontinuerlige målinger. Tidligere ble det tatt døgnprøver og kun de mest eksponerte filtrene ble analysert. Dette ga maksimumskonsentrasjon/maksimal belastning, men ikke middel-konsentrasjon.

På Svanvik måles vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ fuktighet 10 m over bakken. I tillegg måles temperaturen 2 m over bakken, samt temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m som et mål for atmosfærisk stabilitet (vertikal blanding). Instrumentene er plassert i 10 m høyde for å få målinger som er upåvirket av bygninger (målebua) og eksempelvis trær. I Karpdalen brukes en Vaisala værstasjon 4 m over bakken som måler vindstyrke, vindretning, temperatur, relativ fuktighet, samt lufttrykk. Begge stasjonene har oppringt samband.

Meteorologisk institutt har værstasjon ved Kirkenes lufthavn (Høybukta). Her måles vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet. Bioforsk har også en værstasjon på Svanvik som måler vind og temperatur. Data fra denne legges ut på yr.no.

Svanvik er også en av 33 stasjoner som er med i et landsdekkende varslingsnettverk som kontinuerlig måler radioaktivitet i omgivelsene, radnett¹⁷. Dette nettverket drives av Statens strålevern og ble etablert etter Tsjernobyl-ulykken i 1986. Stasjonen overfører data via GPRS, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser (Møller og Dyve, 2011). I tillegg har Svanvik en av fem luftfilterstasjoner som er en del av Statens stråleverns nettverk for overvåknings- og varslingsystem for radioaktivitet i luft (også Møller og Dyve, 2011). Filtrene herfra byttes ukentlig.

EU-direktivet 2008/50/EC krever måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO₂ måledata til EU. Dette kravet er oppfylt på de norske stasjonene (Svanvik og Karpdalen) og ble stort sett oppfylt i Nikel da denne var i drift. Russland er ikke underlagt EUs regelverk og rapporteringsplikt. De norske grenseverdiene er de samme som EUs grenseverdier og representerer et godt mål for hvilke konsentrasjoner og belastninger som vurderes som skadelige for miljø, vegetasjon, og menneskers helse.

¹⁶ Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkell, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium.

¹⁷ For mer informasjon, se <http://radnett.nrpa.no>

Miljøverndepartementet vedtok i 1998 Nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet som skulle overholdes innen 2005 eller 2010. Målene er bygget opp på samme måte som EUs og norske grenseverdier, men er litt strengere.

Norge implementerte i 2002 EU-direktivene for luftkvalitet i "Forskrift om lokal luftkvalitet". Dette innebærer at EUs grenseverdier er et minstekrav til luftkvalitet i Norge og at overskridelser av grenseverdiene utløser tiltak for å bedre luftkvaliteten. Denne forskriften er fra 1.7.2004 en del av "Forskrift om begrensning av forurensning" (forurensningsforskriften¹⁸).

EU-direktivene gir en rekke verdier i tillegg til selve grenseverdiene. Følgende begreper er viktige å forstå:

- *grenseverdi*: et nivå som er fastlagt på vitenskapelig grunnlag for å unngå, forebygge og minske de skadelige effektene på helse og/eller på miljøet i sin helhet, som skal oppnås innen en viss tidsfrist, og som ikke skal overskrides når det er oppnådd.
- *terskelverdi*: et nivå utover hvilket en kortvarig eksponering utgjør en risiko for menneskers helse og ved hvilket medlemsstatene umiddelbart skal sette i gang tiltak i henhold til direktivet.
- *øvre vurderingsterskel*: under dette nivået kan en kombinasjon av målinger og beregningsmetoder benyttes for å vurdere luftkvaliteten i henhold til artikkel 6.3 i Rammedirektivet (over øvre vurderingsterskel er "høykvalitetsmålinger" obligatoriske).
- *nedre vurderingsterskel*: under dette nivået kan beregningsmetoder og faglig skjønn benyttes for å vurdere luftkvaliteten.
- *vurdering*: med dette menes enhver metode som benyttes for å måle, beregne, prognostisere eller estimere nivået for et stoff i luften.

Tabell 5 gir Nasjonalt mål og grenseverdier for SO₂ i luft satt ut fra virkninger på helse og økosystemer. Grenseverdien for SO₂ gjelder fra 2005.

Øvre og nedre vurderingsterskel er lavere enn grenseverdien og bestemmer hvilken form for overvåking og vurdering som kreves.

EUs rammedirektiv gir krav om årlige rapporter fra medlemslandene senest 9 måneder etter årets slutt. Bl.a. skal det rapporteres om soner hvor grenseverdier overskrides, hvilke nivåer som er målt, og på hvilke dager disse nivåene er målt. Videre skal årsaken til de høye verdiene rapporteres (artikkel 27). Senest to år etter utgangen av det året slike høye konsentrasjoner er registrert, skal EU-kommisjonen overleveres planer og program som må gjennomføres for at grenseverdiene skal overholdes innenfor direktivets frist (artikkel 23). Hvert 3. år skal EU-kommisjonen underrettes om framdriften i landenes tiltak (planer og programmer). Som tidligere nevnt krever EU-direktivet 2008/50/EC måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO₂ måledata til EU.

¹⁸ FOR 2004-06-01 nr 931: <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#7-6>

Kommisjonen skal på sin side årlig offentliggjøre fortegnelser over soner og tettbebyggelser i hvert enkelt land hvor grenseverdier overskrides. Hvert 3. år skal det offentliggjøres en rapport om luftkvaliteten innenfor EU/EØS-området.

Nasjonalt mål gjelder for Norge og EUs regelverk og grenseverdier gjelder også for Norge gjennom EØS-avtalen. Russland er ikke medlem av EU og grenseverdiene nevnt i dette kapitlet kommer derfor ikke til anvendelse i Russland. Likefullt er norske grenseverdier og Nasjonalt mål brukt som sammenligningsgrunnlag i denne rapporten. Dette er gjort fordi disse verdiene representerer et godt mål for hvilke konsentrasjoner og avsetninger som regnes som skadelig for miljø og for menneskers helse.

Tabell 5: Grenseverdier og Nasjonalt mål for SO₂ for beskyttelse av helse og økosystemer¹⁹.

Type grenseverdi	Virkning på	Gjelder innen	Timemiddelverdi (µg/m ³)	Døgnmiddelverdi (µg/m ³)	Oktobermars (µg/m ³)	Kalenderår (µg/m ³)	Antall tillatte overskridelser i kalenderåret	Grenseverdien gjeldende fra
Grenseverdi	Helse	EU / EØS	350				24	01.01.2005
Terskelverdi	Helse	EU / EØS	500 ¹⁾					
Grenseverdi	Helse	EU / EØS		125			3	01.01.2005
Øvre vurderingsterskel	Helse	EU / EØS		75			3	01.01.2005
Nedre vurderingsterskel	Helse	EU / EØS		50			3	01.01.2005
Nasjonalt mål	Helse	Norge		90			0	01.01.2005
Grenseverdi	Økosystem	EU / EØS			20	20	0	19.07.2001
Øvre vurderingsterskel	Økosystem	EU / EØS			12	12	0	19.07.2001
Nedre vurderingsterskel	Økosystem	EU / EØS			8	8	0	19.07.2001

¹⁾ Helsefare ved eksponering i minst 3 påfølgende timer.

Verdens helseorganisasjons (WHOs) korttidsretningslinje (Air quality guideline) for SO₂ er 500 µg/m³ som gjennomsnitt over 10 minutter. Dette tilsvarer i praksis WHOs tidligere retningslinje på 350 µg/m³ som timemiddelverdi.

Det bør også nevnes at i Russland gjelder 500 µg/m³ som grense for timemiddel.

EU har utferdiget grenseverdier (standarder) for partikkelbårne tungmetaller i luft. Gjeldende årsmiddelverdier ("target value") er eksempelvis 20 ng/m³ for nikkel, 6 ng/m³ for arsen og 5 ng/m³ for kadmium (Direktiv 2004/107/EC). For tungmetaller i vann er tålegrense for nikkel i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m² år) for Øst-Finnmark. Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds et al., 2006).

I de etterfølgende kapitlene gis en kortfattet presentasjon av hovedresultatene av målingene av meteorologiske forhold, luftkvalitet og nedbørkvalitet for perioden april 2011-mars 2012.

¹⁹ µg betegner mikrogram, dvs. 1/1'000'000 gram ("million'te del"), ng betegner nanogram, dvs. 1/1'000'000'000 ("milliard'te del") gram.

7. Måleresultater meteorologi

Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og –styrke, er grunnleggende for å bestemme spredning, transport og avsetning av luftforurensning. I et måleprogram hvor det gjøres kontinuerlige målinger (monitører) er det derfor svært viktig å måle meteorologi i tillegg. NILU gjør målinger av meteorologi både på Svanvik og i Karpdalen.

Smelteverket i Nikel er den største enkeltkilden for forurensning i området, men det finnes ingen meteorologiske målinger fra Nikel som er åpent tilgjengelige. Svanvik i Pasvikdalen om lag 9 km vest for Nikel by er den norske stasjonen som ligger nærmest smelteverket. Karpdalen ligger ved Jarfjordfjellet om lag 30 km nord for Nikel. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 5. Stasjonen på Svanvik ligger fritt og målingene herfra regnes for å være representative for forholdene i området og analyseres i dette kapitlet. Måleresultatene lagres som timemiddelverdier. I tillegg lagres høyeste verdi av vindstyrke midlet over 2 sekunder for hver time (vindkast eller ”gust”).

Målinger fra Meteorologisk institutts stasjon på Høybuktnoen (Kirkenes Lufthavn) benyttes for å sammenligne temperatur- og fuktighetsmålingene. Bioforsk har også en målestasjon på Svanvik hvor målingene legges ut på yr.no. Data fra denne stasjonen er brukt for å sammenligne og kvalitetssikre målingene som NILU gjør, men de gjengis ikke her.

Tabell 6 viser datadekningen for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen. Svanvik hadde dårlig datadekning i juli og august. Dette skyldes tekniske problemer med ”scanning unit” og det ble verken logget eller sendt over data mellom 13. juli og 4. august. Manglende data i januar skyldes is og snø på instrumentet. Karpdalen hadde generelt meget god datadekning, bortsett fra at vinddata mangler fra 10.-16. januar pga. snø på måleren.

Manglende vinddata i perioder om vinteren skyldes som regel problemer med ising i vindfløya (Svanvik) eller at det er snø på instrumentet (Karpdalen). Dette oppdages som oftest ved at målingene viser konstant vindhastighet og/eller –retning over en lengre periode. Det er tegn på at noe er galt og resultatene strykes. Disse periodene sammenfaller som regel også med lav temperatur. Forskjell i datadekning mellom vindstyrke og vindretning skyldes vindstille. I praksis er det vindretningsdata for alle timer med data for vindstyrke.

Tabell 6: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012.

Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel. fuktighet
Svanvik	April 2011	100	100	96	100	100	100
	Mai	100	100	99	100	100	100
	Juni	100	100	100	100	100	100
	Juli	35	35	35	35	35	35
	August	88	88	87	88	88	88
	September	100	100	98	99	100	100
	Apr. - sept.2011	87	87	86	87	87	87
	Oktober 2011	98	98	98	98	98	98
	November	100	100	99	100	100	100
	Desember	89	89	86	99	99	99
	Januar 2012	92	92	79	92	92	92
	Februar	100	100	94	100	100	100
	Mars	100	100	96	100	100	100
	Okt.2011 mar.2012	-	96	96	92	98	98
Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindretning	Temperatur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør
Karpdalen	April 2011	99	99	99	99	99	99
	Mai	100	100	100	100	100	100
	Juni	98	98	98	98	98	98
	Juli	100	100	100	100	100	100
	August	100	100	100	100	100	100
	September	100	100	100	100	100	100
	Apr. - sept.2011	99	99	99	99	99	99
	Oktober 2011	100	100	100	100	100	100
	November	99	99	100	100	100	100
	Desember	100	100	100	100	100	100
	Januar 2012	80	80	100	100	100	100
	Februar	100	100	100	100	100	100
	Mars	99	99	99	99	99	99
	Okt.2011 mar.2012	-	96	96	100	100	100

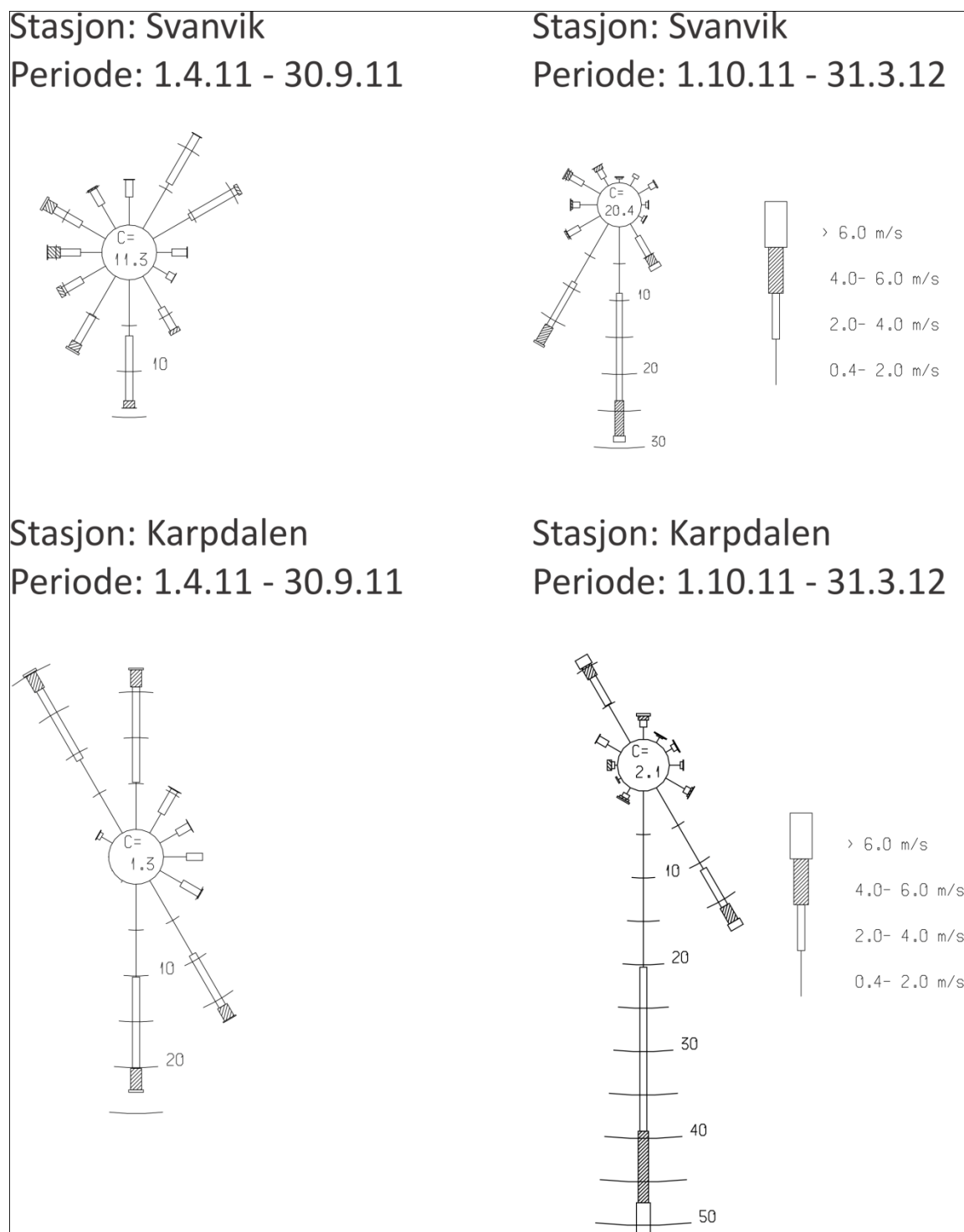
7.1 Vindmålinger

Figur 6 viser vindroser for periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012 fra Svanvik og Karpdalen. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at timemiddelvindstyrken har vært mindre enn 0,4 m/s.

Vindretningsfordelingen på Svanvik sommeren 2011 liknet i hovedtrekk på fordelingen fra sommeren før (2010). Forekomsten av vind fra østlig kant (17,8%) var omtrent som sommeren 2010 (17,3%). Her regnes øst-nordøst, øst og øst-sørøst som østlig kant (sektorene 60°, 90° og 120°). Vind fra øst vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik. Andelen vind fra

nord-nordøst sommeren 2011 er omlag som sommeren 2010. Vind fra denne retningen kan bringe utslipp fra Zapoljarnij inn mot Svanvik.

Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning på Svanvik klart fra sør og sør-sørvest. Disse vindretningene vil bringe utslippene nordover fra Nikel, bort fra selve Nikel by og inn over Jarfjordfjellet og Karpdalen.



Figur 6: Vindroser fra Svanvik og Karpdalen for periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012 (vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene).

I Karpdalen er hyppigst forekommende vindretning om sommeren fra sør og sørøst og nord og nordvest. Dette er en topografisk effekt hvor vinden følger dalføret ut/inn dalen. Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning klart fra sør og sør-sørøst hvor vinden kommer fra sørlig retning i over 2/3 av tiden. Vind fra sør og sør-øst bringer utslipp fra smelteverkene inn over Karpdalen.

Tabell 7 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemiddel vindstyrke og sterkeste vindkast månedsvise og totalt for sommerhalvåret 2011 og vinterhalvåret 2011/12 fra Svanvik og Karpdalen. Høyeste timemiddelvind på Svanvik ble målt 19. oktober 2011 (8,4 m/s). Denne dagen hadde også maksimalt vindkast (17,7 m/s, dvs. sterk kuling i kastene iflg. Beauforts skala). Dette er noe lavere maksimumsverdier enn foregående måleperiode. Merk også at det er relativt vindstille på Svanvik om vinteren, eksempelvis var andelen vindstille 38,7% i januar 2012.

Tabell 7: Statistikk over vindstyrker på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2011 og oktober 2011-mars 2012 (m/s). Karpdalen har ikke maks. vindkast pga. annet instrument (Vaisala værstasjon).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Svanvik	April 2011	18,6	2,0	0,7	7,3	18.	16,2	18.
	Mai	9,1	2,3	0,7	6,5	09. og 25.	14,3	25.
	Juni	4,9	2,4	1,4	7,2	07.	17,1	04.
	Juli	7,2	1,8	0,0	4,1	10.	11,8	10.
	August	11,0	1,7	0,0	4,2	29.	10,6	29.
	September	14,2	1,8	0,0	5,6	13.	12,1	14.
	Apr.-sept.2011	10,8	2,0	0,5	7,3	18.04.	17,1	04.06.
	Oktober 2011	10,3	2,2	3,1	8,4	19.	17,7	19.
	November	16,7	2,1	1,9	7,1	13.	15,2	13.
	Desember	16,9	2,4	3,6	7,3	01. og 02.	14,6	02.
	Januar 2012	38,7	1,5	0,0	4,7	03. og 27.	10,6	03.
	Februar	20,4	2,3	2,3	7,3	28.	16,2	18.
	Mars	21,1	2,0	0,9	7,1	09.	13,1	02.
	Okt.2011-mar.2012	20,7	2,1	2,0	8,4	19.10.	17,7	19.10.
Karpdalen	April 2011	1,8	2,2	1,5	8,7	18.	-	-
	Mai	0,9	2,6	0,7	6,7	10.	-	-
	Juni	0,3	2,8	1,6	7,6	07.	-	-
	Juli	0,9	2,3	0,8	7,9	13.	-	-
	August	3,0	1,8	0,0	5,1	04.	-	-
	September	0,7	2,1	0,6	6,7	13.	-	-
	Apr.-sept.2011	1,3	2,3	0,9	8,7	18.04.	-	-
	Oktober 2011	1,7	2,3	4,0	9,5	08.	-	-
	November	2,0	2,9	8,3	11,2	14.	-	-
	Desember	2,6	3,0	11,6	12,2	30.	-	-
	Januar 2012	3,8	2,3	2,0	7,5	02.	-	-
	Februar	2,0	2,7	6,6	9,9	28.	-	-
	Mars	0,9	2,4	5,1	8,4	29.	-	-
	Okt.2011-mar.2012	2,2	2,6	6,3	12,2	30.12.	-	-

7.2 Temperatur

Tabell 8: Temperaturer på Svanvik (2 m over bakken), i Karpdalen og på Kirkenes lufthavn i perioden april 2011 - mars 2012 (°C).

Stasjon		April 2011	Mai 2011	Juni 2011	Juli 2011	August 2011	September 2011
Svanvik	Middel	1,8	5,3	10,9	15,2	11,0	9,1
	Maks,	13,2	17,3	25,1	29,2	21,5	20,2
	Min,	-11,0	-4,4	1,4	4,1	0,9	-4,8
Karpdalen	Middel	1,7	4,7	9,5	12,8	10,5	9,0
	Maks,	10,6	16,8	25,3	29,1	23,3	18,9
	Min,	-10,9	-5,5	2,6	3,9	0,9	-1,1
Kirkenes lufthavn	Middel	1,8	4,9	9,5	13,0	11,3	9,3
	Maks	10,9	17,5	25,6	30,1	23,9	19,3
	Min,	-9,5	-2,0	1,7	6,2	4,9	-0,5
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
		Oktober 2011	November 2011	Desember 2011	Januar 2012	Februar 2012	Mars 2012
Svanvik	Middel	3,5	-2,0	-3,0	-12,0	-13,1	-5,0
	Maks,	9,8	5,1	4,1	-1,5	0,2	5,7
	Min,	-4,0	-15,4	-14,8	-29,9	-35,4	-22,4
Karpdalen	Middel	3,7	-1,0	-2,5	-10,3	-11,7	-4,3
	Maks,	9,1	4,9	3,7	-1,6	0,0	4,9
	Min,	-2,2	-12,1	-12,6	-22,1	-33,8	-17,0
Kirkenes lufthavn	Middel	3,7	-0,9	-2,4	-10,2	-12,1	-4,2
	Maks,	8,8	5,8	3,7	-0,3	0,4	4,2
	Min,	-1,0	-10,3	-10,1	-19,6	-31,2	-15,7
	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4

Tabell 8 gir en oversikt over temperaturmålingene på Svanvik, i Karpdalen og på Meteorologisk institutts stasjon Kirkenes lufthavn. På Kirkenes lufthavn er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelveien for 30-årsperioden 1961-1990. Den høyeste temperaturen var 29,2 °C, og ble målt på Svanvik 9. juli 2011 kl. 15. Den laveste temperaturen var -35,4 °C på Svanvik (6. februar 2012 kl. 10). Siste frostnatt på Svanvik (T målt 2 m over bakken) var natten mellom 18. og 19. mai 2011. Første frostnatt kom natten mellom 18. og 19. september. Det er imidlertid lokale forskjeller og nattefrost på bakken kan forekomme selv om sommeren. Snøfall er observert i alle årets 12 måneder i Pasvik. Karpdalen og Kirkenes lufthavn ligger nærmere kysten enn Svanvik og har generelt lavere maksimumstemperatur og høyere minimumstemperatur. Merk også at maksimumstemperaturen i januar 2012 var under 0°C for alle tre stasjoner, dvs. det var kuldegrader i hele januar. Middelttemperaturen siste periode (et år) var 1.8 °C på Svanvik og 1.8 °C i Karpdalen (basert på timemiddel). Dette er noe høyere enn forrige periode.

7.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 9 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012. De laveste middelverdiene av relativ fuktighet ble målt i sommermånedene på alle stasjonene. Dette skyldes at temperaturen er høyere om sommeren slik at luften dermed kan ta opp mer fuktighet. Det var små forskjeller i månedsmiddelverdiene mellom de tre stasjonene, men Svanvik hadde gjennomgående litt lavere middelverdier, dvs. luften oppleves tørrere. Dette skyldes at stasjonen ligger et stykke inne i landet, mens Kirkenes lufthavn ligger nærmere sjøen og har fuktigere luft. Karpdalen ligger noen kilometer inne i landet og mottar luft både sørfra ("innlandsluft") og nordfra ("sjøluft"), se vindroser Figur 6.

Tabell 9: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) på Svanvik, i Karpdalen og på Kirkenes lufthavn i perioden april 2011 - mars 2012.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Stasjon	2011	2011	2011	2011	2011	2011
Svanvik	75	70	70	66	73	78
Karpdalen	77	73	74	75	76	79
Kirkenes lufthavn	77	73	74	74	73	80
	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars
	2011	2011	2011	2012	2012	2012
Svanvik	85	86	85	82	79	76
Karpdalen	86	86	86	85	79	78
Kirkenes lufthavn	88	88	90	89	82	81

7.4 Atmosfærisk stabilitet

Temperaturdifferansen (ΔT) mellom 10 m og 2 m.o.b. ($T_{10m} \div T_{2m}$) er et mål for termisk stabilitet og er avgjørende for den vertikale spredningen og forfytningen av luftforurensninger. Fire stabilitetsklasser defineres på følgende måte:

Ustabil sjiktning	:	$\Delta T < -0,5$	°C	$T_{10m} \ll T_{2m}$, temp. avtar raskt med høyden
Nøytral sjiktning	:	$-0,5 \leq \Delta T < 0$	°C	$T_{10m} < T_{2m}$, temp. avtar litt med høyden
Lett stabil sjiktning	:	$0 \leq \Delta T < 0,5$	°C	$T_{10m} > T_{2m}$, temp. øker litt med høyden
Stabil sjiktning	:	$0,5 \leq \Delta T$	°C	$T_{10m} \gg T_{2m}$, temp. øker raskt med høyden

Nøytral sjiktning, det vil si når temperaturen avtar litt med høyden, forekommer oftest ved overskyet vær med eller uten nedbør og i perioder med sterk vind. Nøytral temperatur-sjiktning gir vanligvis gode spredningsforhold. Ustabil sjiktning, når temperaturen avtar raskt med høyden, forekommer ved sterk solinnstråling som gir oppvarming av bakken. Ustabil sjiktning gir god spredning av luftforurensende utslipp, men er ugunstig ved utslipp fra høye skorsteiner fordi utslippene vil nå bakken nær kilden før de er særlig forfynnet, noe som kan gi høye bakkekonsentrasjoner.

Lett stabil og stabil sjiktning, det vil si at temperaturen øker med høyden (inversjon), forekommer oftest om natta og om vinteren når det er sterk utstråling og avkjøling ved bakken og lite vind. Ved slike forhold undertrykkes spredningen av luftforurensninger. Dette

er mest ugunstig for utslipp fra kilder nær bakken, som diffuse utslipp, som vil tynnes og transporteres langsomt og i noen situasjoner kan til og med akkumuleres. Men ved stabil sjiktning vil ikke utslipp fra høye skorsteiner nå bakken før på store avstander. Forekomsten av de fire stabilitetsklassene er gitt månedsvis i Tabell 10.

Tabell 10: Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser på Svanvik i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytralt	Lett stabil	Stabil
Svanvik	April 2011	0,8	58,5	21,7	19,0
	Mai	6,9	75,9	10,3	6,9
	Juni	7,8	80,1	8,2	3,9
	Juli	13,6	63,3	15,9	7,2
	August	3,8	62,8	15,4	17,9
	September	1,8	56,0	20,6	21,7
	Apr.-sept. 2011	5,8	66,1	15,4	12,8
	Oktober 2011	0,3	69,0	16,4	14,3
	November	0,0	48,3	29,2	22,5
	Desember	0,0	60,5	28,8	10,7
	Januar 2012	0,0	52,8	23,3	23,9
	Februar	0,4	50,6	23,0	26,0
	Mars	3,0	52,0	23,4	21,6
	Okt. 2011 - mar. 2012	0,6	55,5	24,0	19,8

Tabellen viser at ustabil sjiktning forekommer hyppigere i sommermånedene enn i vintermånedene. Dette skyldes, som tidligere nevnt, solinnstråling som gir oppvarming av bakken. Nær nøytral sjiktning forekommer ofte hele året. Stabil sjiktning forekommer oftest om vinteren (ved avkjøling av bakken).

Stabilitet og spredning fra Nikel

Utslippene fra smelteverket i Nikel kommer som tidligere nevnt både fra pipene og fra selve bygningene (diffuse utslipp). Ved lett stabil og stabil sjiktning er det inversjon, dvs. at temperaturen øker opp til et visst maksimumsnivå hvorpå temperaturen igjen avtar med høyden. Dette temperaturmaksimumet virker som et lokk og hindrer vertikal spredning fra bakken. Utslipp under dette nivået (diffuse utslipp fra bygningene) vil ikke slippe igjennom lokket. Dette sees ved at utslippet fra bygningene ved smelteverket driver langs bakken med meget langsom vertikal fortynning opp til et visst nivå. Det er ofte vindstille eller svak vind under slike forhold. Utslipet fra pipene er ofte over dette lokket og blandes raskt i den frie atmosfære, dog ikke nedover. Denne situasjonen med inversjon (lett stabil og stabil sjiktning) forekommer som sagt hyppigst om vinteren. Vinterstid er hyppigst forekommende vindretning fra sør (se vindroser i Figur 6) og utslippene driver da (heldigvis) nordover vekk fra selve Nikel by.

Ved ustabil og nøytral sjiktning er det relativt god vertikal blanding, og utslippene fra bygningene blandes oppover og utslipp fra pipene blandes nedover. Imidlertid ligger Nikel by såpass nær smelteverket at utslippene fra bygningene uansett vil drive langs bakken innover

byen ved vind fra nord, avstanden/tiden er for kort slik at utslippene ikke rekker å blandes vertikalt. Bildet i Figur 4 tatt 19. juni 2008 viser spredning fra smelteverket. ΔT på Svanvik var $-0,46^{\circ}\text{C}$ (kl. 11-12) og $-0,31^{\circ}\text{C}$ (kl. 12-13, begge norsk tid) rundt tidspunktet da bildet ble tatt, dvs. nøytral sjiktning og derved forholdsvis god vertikal spredning. Røykfanene fra bygningene og pipe er adskilt nær smelteverket, men så blandes de og former en gråhvit fane som driver inn over Nikel by.

7.5 Nedbørmålinger

I forbindelse med nedbørsprøver som analyseres for tungmetaller (Svanvik) og hovedkomponenter (Karpbukt) måles det også mm nedbør på ukesbasis. Disse resultatene er presentert i kap. 10.

8. Måleresultater svoveldioksid (SO₂)

Svanvik og Karpdalen har kontinuerlig registrerende instrumenter som måler SO₂-konsentrasjonen hvert 10. sekund. Dataloggeren på instrumentet regner ut gjennomsnitt for 10 minutter og 1 time som så overføres til NILU. Høy tidsoppløsning er nødvendig for å måle maksimalkonsentrasjoner i episoder. Dette gir informasjon om hvor lenge episodene varer og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

De kontinuerlig registrerende instrumentene (API100E-monitorene) måler i blandingsforhold (antall molekyler SO₂ pr antall molekyler luft) og har en usikkerhet avhengig av måleområdet; 5ppb²⁰ for konsentrasjoner mellom 0 og 40ppb, 12,5% for måleverdier over 40ppb. Faktoren som brukes til å beregne konsentrasjonene er fastsatt av EU og antar en fast luft temperatur av 20°C og en fast atmosfære trykk av 1013 mbar. Faktoren er da 2,66 (1 ppb SO₂ gir 2,66 µg/m³). Dette vil si at de målte konsentrasjonene er beregnet i forhold til en referansetemperatur (20°C).

8.1 Måleperiode 1. april 2011 – 31. mars 2012

Tabell 11 viser at datadekkingen på Svanvik var meget god, mellom 98% og 100% i hele perioden. I Karpdalen var det stort sett god datadekking, over 96% for alle måneder bortsett fra juni og juli 2011. Det var databortfall 12.-17. juni og 12.-16. juli som begge skyldes strømbrudd.

Tabell 11: Datadekking i prosent av tiden for SO₂-målingene på Svanvik og i Karpdalen i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012.

Måned	Svanvik	Karpdalen
April 2011	99	98
Mai	99	99
Juni	99	82
Juli	99	84
August	98	99
September	99	98
Apr.-sept. 2011	99	93
Oktober 2011	99	99
November	99	99
Desember	99	99
Januar 2012	99	99
Februar	99	99
Mars	100	96
Okt. 2011-mar. 2012	99	99

²⁰ ppb: parts per billion, dvs. milliard'tedele, 1 / 1'000'000'000.

Tabell 12: Sammen drag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrument på Svanvik og i Karpdalen i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012 (µg/m³).

Svanvik	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgno-obs	Antall døgnmidler				Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>75	>90	>125			>100	>350	>700	>1000
April 2011	1,7	6,7	30	0	0	0	0	73	713	0	0	0	0
Mai	6,0	62,5	31	1	0	0	0	350	734	6	0	0	0
Juni	9,4	66,8	30	2	0	0	0	276	711	22	0	0	0
Juli	6,4	38,0	31	0	0	0	0	226	733	9	0	0	0
August	12,7	87,7	31	4	2	0	0	858	731	23	5	2	0
September	6,9	75,0	30	1	0	0	0	421	715	12	1	0	0
Apr.-sept. 2011	7,2	87,7	183	8	2	0	0	858	4337	72	6	2	0
Oktober 2011	1,9	10,3	31	0	0	0	0	82	735	0	0	0	0
November	3,6	46,8	30	0	0	0	0	85	713	0	0	0	0
Desember	5,3	36,1	31	0	0	0	0	102	733	1	0	0	0
Januar 2012	15,7	109,6	31	3	2	2	0	376	738	26	3	0	0
Februar	3,7	25,4	29	0	0	0	0	89	690	0	0	0	0
Mars	6,5	81,4	31	1	1	0	0	365	741	7	1	0	0
Okt. 2011-mar. 2012	6,1	109,6	183	4	3	2	0	376	4350	34	4	0	0
Karpdalen	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgno-obs	Antall døgnmidler				Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>75	>90	>125			>100	>350	>700	>1000
April 2011	15,7	111,8	30	1	1	1	0	258	707	27	0	0	0
Mai	11,4	62,5	31	1	0	0	0	624	738	12	1	0	0
Juni	7,0	33,5	25	0	0	0	0	131	590	1	0	0	0
Juli	7,2	27,2	26	0	0	0	0	266	627	4	0	0	0
August	12,0	62,3	31	2	0	0	0	838	734	17	1	1	0
September	18,9	80,0	30	2	1	0	0	637	708	32	1	0	0
Apr.-sept. 2011	12,0	111,8	173	6	2	1	0	838	4104	93	3	1	0
Oktober 2011	11,6	37,2	31	0	0	0	0	179	737	11	0	0	0
November	11,4	38,3	30	0	0	0	0	180	711	13	0	0	0
Desember	19,6	61,1	31	1	0	0	0	253	740	29	0	0	0
Januar 2012	31,2	139,0	31	6	3	3	3	402	740	61	3	0	0
Februar	17,6	57,1	29	2	0	0	0	349	686	25	0	0	0
Mars	18,5	94,3	31	3	1	1	0	290	716	36	0	0	0
Okt. 2011-mar. 2012	18,3	139,0	183	12	4	4	3	402	4330	175	3	0	0

Et sammendrag av SO₂-målingene på Svanvik og Karpdalen i perioden april 2011 - mars 2012 er gitt i Tabell 12. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i Vedlegg A. I Tabell 14 gjengis noen nøkkeltall fra Tabell 12 og disse verdiene sammenlignes med tall fra foregående rapporteringsperioder.

8.1.1 Svanvik

Generelt viser målingene at den midlere SO₂-belastning på Svanvik denne rapporteringsperioden var noe lavere enn den forrige. Samtidig er maksimumskonsentrasjonen i episodene høyere siste år enn tidligere. Dette gjelder både sommer- og vintersesongen.

I sommerhalvåret april – september 2011 var det 25 10-minutters verdier over 500 µg/m³ (WHO retningslinje) på Svanvik (se Tabell 13). Disse var fordelt på seks ulike dager (21. mai, 1. august, 18. august, 20. august, 9. september, 14. september). Formiddagen 20. august var det til sammen 12 10-minutters verdier over 500 µg/m³, hvorav maksimumsverdien 1099 µg/m³ var den høyeste registrerte verdien de siste tre periodene sett under ett. Sommeren 2010 var det til sammenligning 11 verdier over 500 µg/m³. I vinterhalvåret 2011/12 var det to verdier over dette nivået (4. januar og 28. mars) mot ingen vinteren før.

Antallet timemiddelverdi over 350 µg/m³ var uendret for sommersesongen 2011 sammenlignet med perioden før (begge seks). I vintersesongen 2011/12 var det fire timemidler over 350 µg/m³, mot ingen vinteren før. Høyeste timemiddelverdi i perioden april 2011 – mars 2012 var 858 µg/m³ på Svanvik (20. august 2011 kl. 9-10).

Den høyeste døgnmiddelverdien på Svanvik var 88 µg/m³ sommeren 2011 og 110 µg/m³ vinteren 2011/12. Maksimal sommerverdi gikk ned og maksimal vinterverdi gikk opp sammenlignet med foregående periode. Antall døgnmiddelverdier over 90 µg/m³, som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet og Nasjonalt mål for døgnmiddelverdi av SO₂ (se Tabell 5) gikk ned fra forrige rapporteringsperiode fra seks til to. Det forekom ingen døgnmiddelverdi over grenseverdien på 125 µg/m³ (en i perioden før). Det er tillatt med tre overskridelser i året av grenseverdien på 125 µg/m³ innen EU/EØS-området. WHO's retningslinje ("target guideline") på 20 µg/m³ som døgnmiddelverdi er langt unna å oppfylles i grenseområdene.

Av Tabell 14 ser man at middelverdien på Svanvik sommeren 2011 (7,2 µg/m³) var lavere enn de to foregående periodene, mens middelverdien vinteren 2011/12 (6,1 µg/m³) var lavere enn de fire foregående periodene.

Tidligere målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest med bare noen få kilometers utstrekning. Dette vil også gjelde for Svanvik. Konsentrasjonen blir derfor høy når røykfanen sveiper over målestasjonen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at målestasjonen ikke blir eksponert. I lange perioder er stasjonen ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen. Denne variasjonen i dataene vises klart i figurene i Vedlegg A.

Tabell 13: 10-minuttersverdier over $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik og i Karpdalen i perioden april 2011 - mars 2012.

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Svanvik	21.05.2011	00:20	00:30	524,9	349,8
	01.08.2011	12:00	12:10	787,7	735,4
	01.08.2011	12:10	12:20	820,9	735,4
	01.08.2011	12:20	12:30	748,2	735,4
	01.08.2011	12:30	12:40	733,2	735,4
	01.08.2011	12:40	12:50	759,6	735,4
	01.08.2011	12:50	13:00	563,8	735,4
	18.08.2011	16:50	17:00	645,7	162,2
	18.08.2011	17:00	17:10	645,1	258,6
	18.08.2011	17:10	17:20	570,9	258,6
	20.08.2011	08:30	08:40	627,9	452,4
	20.08.2011	08:40	08:50	590,3	452,4
	20.08.2011	08:50	09:00	560,0	452,4
	20.08.2011	09:00	09:10	736,1	857,7
	20.08.2011	09:10	09:20	1003,5	857,7
	20.08.2011	09:20	09:30	1098,5	857,7
	20.08.2011	09:30	09:40	595,6	857,7
	20.08.2011	09:40	09:50	912,3	857,7
	20.08.2011	09:50	10:00	795,4	857,7
	20.08.2011	10:00	10:10	706,0	429,4
	20.08.2011	10:10	10:20	514,6	429,4
	20.08.2011	10:20	10:30	538,7	429,4
	09.09.2011	11:20	11:30	625,3	282,4
	14.09.2011	07:20	07:30	679,3	420,7
	14.09.2011	08:10	08:20	507,2	310,3
	04.01.2012	16:00	16:10	531,3	355,0
	28.03.2012	07:30	07:40	629,4	364,9
	Karpdalen	14.04.2011	16:50	17:00	531,6
14.04.2011		17:00	17:10	519,8	257,7
03.05.2011		11:50	12:00	824,3	139,3
22.05.2011		08:20	08:30	576,0	624,1
22.05.2011		08:30	08:40	1118,4	624,1
22.05.2011		08:40	08:50	968,4	624,1
22.05.2011		08:50	09:00	778,6	624,1
22.05.2011		09:00	09:10	706,6	336,2
22.05.2011		09:10	09:20	561,5	336,2
14.08.2011		08:20:00	08:30:00	1133,4	838,0
14.08.2011		08:30:00	08:40:00	1731,9	838,0
14.08.2011		08:40:00	08:50:00	970,9	838,0
14.08.2011		08:50:00	09:00:00	526,2	838,0
23.08.2011		09:40:00	09:50:00	562,3	332,5
23.08.2011		09:50:00	10:00:00	505,7	332,5

8.1.2 Karpdalen

Som tidligere nevnt ble stasjonen i Karpdalen gjenåpnet 16. oktober 2008. Stasjonen ble nedlagt i 1992 (døgnprøver til 1994) og var ute av drift i 14 år før gjenåpningen. Motivasjonen for å reetablere målingene i Karpdalen var å få en bedre oversikt over eksponeringen på befolkningen også nord for smelteverkene. Som nevnt er hyppigst forekommende vindretning fra sør vinterstid og utlippene bringes nordover mot Jarfjordfjellet og Karpdalen. Målingene gjort under basisundersøkelsen 1988-1991 viste at Viksjøfjell hadde de høyeste konsentrasjonene i vintermånedene (Sivertsen et al., 1991). Men på Jarfjordfjellet bor det ingen mennesker og Karpdalen ble derfor vurdert som best egnet for å tallfeste eksponering på befolkning. Bilde av stasjonen er vist i Figur 7.



Figur 7: Målestasjonen i Karpdalen. Stasjonen er plassert ute på et myrete jorde, samme sted som i 1986-94. Trakt og svane Hals på taket til venstre er inntak for SO₂, mast midt på er meteorologiinstrumenter. Legg også merke til barduneringen, det er værhardt i Karpdalen om vinteren.

Generelt var SO₂-belastningen i Karpdalen lavere denne perioden enn den foregående. Da skal det også bemerkes at forrige måleperiode og i særdeleshet vinteren 2010/11 viste meget høye konsentrasjoner i Karpdalen.

Det ble målt 15 10-minuttersverdier over 500 µg/m³ sommeren 2011 mot sju sommeren før. Disse forekom på til sammen fem dager; 14. april, 3. og 22. mai samt 14. og 23. august. Vinteren 2011/12 var det ingen verdier over 500 µg/m³ (296 vinteren 2010/11), noe som er uvanlig gitt at hyppigst forekommende vindretning er fra sør vinterstid. Samtidig var høyeste 10-minuttersverdi denne perioden (1732 µg/m³ målt 14. august, se Tabell 13) den høyeste verdien som er målt siden målingene ble gjenopptatt i 2008 (Tabell 14).

Tabell 14: Noen utvalgte verdier fra Tabell 12 og Tabell 13 sammenlignet med tilsvarende tall for de fire foregående rapporteringsperiodene.

	April 2007- mars 2008	April 2008- mars 2009	April 2009- mars 2010	April 2010- mars 2011	April 2011- mars 2012
Svanvik					
Høyeste 10-minuttersverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	998	1195	821	620	1099
Høyeste timemiddelverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	598	787	459	433	858
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommer	3	2	0	6	6
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinter	7	3	1	0	4
Antall døgnmiddel > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	0	0	1	0
Antall døgnmiddel > 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	1	2	6	2
Høyeste døgnmiddel sommer $\mu\text{g}/\text{m}^3$	129	59	76	156	88
Høyeste døgnmiddel vinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$	238	98	113	96	110
Middelverdi sommer $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,2	6	7,4	7,4	7,2
Middelverdi vinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,6	6,4	8,7	8,5	6,1
Nikkel					
Høyeste 10-minuttersverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11292	7921 ¹⁾	-	-	-
Høyeste timemiddelverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5962	4346 ¹⁾	-	-	-
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommer	341	299 ¹⁾	-	-	-
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinter	135	- ¹⁾	-	-	-
Karpdalen					
Høyeste 10-minuttersverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		582	695	917	1732
Høyeste timemiddelverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		561	579	854	838
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommer			2	4	3
Antall timemiddel > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinter		9	17	102	3
Antall døgnmiddel > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		3	5	15	3
Antall døgnmiddel > 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		9	9	20	5
Høyeste døgnmiddel sommer $\mu\text{g}/\text{m}^3$			82,7	94,9	112
Høyeste døgnmiddel vinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$		263	204	507	139
Middelverdi sommer $\mu\text{g}/\text{m}^3$		- ²⁾	7,3	9,4	12,0
Middelverdi vinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$		20,5 ²⁾	19,4	39,1	18,3

¹⁾ Nikel har data for april-august (5 måneder) og tallene er derfor ikke direkte sammenlignbare med tidligere år.

²⁾ Karpdalen har data fra 16. oktober 2008 (5½ måneder data vinteren 2008/09).

Sommeren 2011 var det tre timemiddelverdier over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mot fire sommeren før. Vinteren 2011/12 var det også tre timeverdier over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mot 102 vinteren før. Dette understreker igjen hvordan vinteren 2010/11 var spesiell i Karpdalen. Maksimalt timemiddel i Karpdalen er 838 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (14. august 2011 kl. 8-9) og maksimalt døgnmiddel 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10. januar 2012). Forrige måleperiode var maksimumsverdiene hhv 854 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for timeverdi og 507 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgnverdi. Det vil si at maksimal timeverdi er tilnærmet lik, mens maksimal døgnverdi er lavere enn foregående periode.

Nasjonalt mål for døgnmiddel ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble overskredet en gang sommeren 2011 og fire ganger vinteren 2011/12. Grenseverdien på $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet tre ganger vinteren 2011/12 mot 15 vinteren før. Her er det tillatt med tre overskridelser i kalenderåret.

Middelverdien i Karpdalen sommeren 2011 var $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sesongmiddel for vinteren 2011/12 var $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (se Tabell 12 og Tabell 14). Dette er en halvering sammenlignet med vinteren før ($39,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2010/11) og tre ganger høyere enn vintermidlet på Svanvik.

De to siste måleperiodene og i særdeleshet vinteren 2010/11 er spesielle i den forstand at Karpdalen har hatt de høyeste konsentrasjonene og den største miljøbelastningen. Tidligere har Svanvik vært mest utsatt om sommeren og Karpdalen om vinteren. Likeledes har maksimumsverdier på kort skala (10-minutter) vært høyest på Svanvik (nær Nikelverket), mens maksimum for lengre midlingstid (måned/sesong) vært høyest i Karpdalen. For perioden april 2011-mars 2012 viser Karpdalen høyeste maksimumsverdi for nesten alle midlingstider. Maksimal timemiddel sommerstid er eneste unntak der maksimum på Svanvik var $858 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20. august 2011), mens tilsvarende i Karpdalen var $838 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14. august 2011). Se ellers plott av timekonsentrasjonene i Vedlegg A.

Kap 8.1.4 (Konsentrasjonsvindroser) har en kort diskusjon om opphavet for SO_2 -konsentrasjonene i Karpdalen (Zapoljarnij/Nikel).

8.1.3 Viksjøfjell

Sommeren 2009 ble det påbegynt målinger på Viksjøfjell. Dette er en stasjon hvor det ble gjort målinger tidligere, men som ble nedlagt i 1996. Viksjøfjell ligger på Jarfjordfjellet og er over tregrensen (391 m.o.h.). Zapoljarnij ligger sør for Viksjøfjell og man kan se røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij i godvær, se Figur 8.

Målingene gjøres ved hjelp av passive prøvetakere (røde brikker med filter) som henges opp på en sydvendt vegg. Prøvetakerne blir eksponert i 14 dager og så sendt tilbake til NILU for analyse. To prøvetakere eksponeres samtidig. Målingene gjøres i samarbeid med Forsvaret.



Figur 8: Utsikt fra Viksjøfjell sørover. Røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij sees i det fjerne. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.

Måleresultater for SO₂ på Viksjøfjell er vist i Tabell 15. Merk at det er værhardt på Viksjøfjell og endel av prøvetakerne blir våte av horisontalt regn eller tåke. Dette er forsøkt utbedret med tak over prøvetakeren. I Tabell 15 er det tidvis stor forskjell mellom de to prøvetakerne som ble eksponert samtidig. Dette skyldes som regel at ene prøvetakeren ble våt. Væte på prøvetakerne gir usikre målinger. Merk dog at analyseresultatene heller blir for lave enn for høye. Middelerverdi for måleperioden april 2011 – mars 2012 var 30 µg/m³ (middel av de to prøvetakerne).

Tabell 15: Måleresultater for SO₂ på Viksjøfjell april 2011-mars 2012. Enhet: µg/m³.

Fra dato	Til dato	Antall døgn	SO ₂ prøvetaker 1	SO ₂ prøvetaker 2
27.3.11	10.4.11	14	31,1	25,7
10.4.11	24.4.11	14	45,1	42,2
24.4.11	8.5.11	14	14,5	15,9
8.5.11	22.5.11	14	14,4	7,8 *
5.6.11	19.6.11	14	7,7	7,5
19.6.11	3.7.11	14	10,3	9,1
3.7.11	17.7.11	14	16,5	15,1
17.7.11	31.7.11	14	15,1	16,1
31.7.11	14.8.11	14	15,2	15,6
14.8.11	28.8.11	14	70,8	40,3 *
28.8.11	11.9.11	14	36,1	46,6
11.9.11	25.9.11	14	8,0	8,3
25.9.11	9.10.11	14	18,4	26,6
9.10.11	23.10.11	14	20,6	24,5
23.10.11	6.11.11	14	88,9	35,7 *
6.11.11	20.11.11	14	16,7	18,2
20.11.11	4.12.11	14	33,2	22,1
4.12.11	18.12.11	14	Ingen prøve	
18.12.11	1.01.12	14	18,6 *	50,5
1.01.12	15.01.12	14	13,5	11,1
16.01.12	29.01.12	13	57,5	65,0
29.01.12	12.02.12	14	53,2	47,2
12.02.12	26.02.12	14	33,6	21,6
26.02.12	11.03.12	14	33,6	15,1
11.03.12	25.03.12	14	31,1	32,3
25.03.12	18.04.12	24	13,6	13,1
Endel filtre var fuktige ved ankomst NILU, det gjør målingene usikre (underestimert). Fuktige filtre er merket *				

8.1.4 Konsentrasjonsvindroser

Timemiddelverdiene av SO₂ på Svanvik og Karpdalen er sammenholdt med målt vindretning og vindhastighet (på Svanvik også stabilitet). Ut fra dette er det beregnet konsentrasjonsvindroser som vist i

Figur 9 og Figur 10, med middelkonsentrasjoner for hver av 36 10°-vindsektorer.

Konsentrasjonsvindroser viser middelkonsentrasjonen når vinden blåser **fra** en bestemt vindretning. I disse to figurene er det brukt samme skala for konsentrasjon.

På Svanvik var middelverdien 7,2 µg/m³ sommeren 2011. Vind i sektoren 100° (fra østlig kant) ga den høyeste midlede retningskonsentrasjonen med 60,5 µg/m³ (Figur 9). Til sammenligning har middelkonsentrasjonene ved vind fra de mest belastede 10°-sektoren ligget mellom 33,1 og 79 µg/m³ de siste somrene. I vinterhalvåret 2010/11 var middelkonsentrasjonen 6,1 µg/m³. Middelkonsentrasjonen ved vind fra den mest belastede

sektoren, også 100°, var $56,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figur 10) mot $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren før. Foregående vintre har maksimum retningskonsentrasjon ligget mellom $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Konsentrasjonsvindroser for Karpdalen sommeren 2011 viser at konsentrasjonen generelt er størst når vinden kommer fra sørlig og østlig retning. Vindrosen i Figur 6 viser at vinden kommer fra nord rundt 50% av tiden om sommeren og det gir intet bidrag. Konsentrasjonsvindroser for vinteren 2011/12 (Figur 10) viser at de høyeste konsentrasjonene opptrer når vinden står fra sørlig og østlig kant, dvs. fra Nikel (sør) og fra Zapoljarnij (sør-østlig kant).

Til dette må det bemerkes at en episode 9. januar 2012 ga store utslag. Vindmåleren målte svak vind fra vestlig kant samtidig som SO_2 -monitoren målte konsentrasjoner over $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Imidlertid var det flere timer med vinddata før denne episoden (8. januar) som ble strøket i kvalitetskontrollen. Fra 10. januar ble alle data strøket pga. snø på instrumentet. Etter en grundig faglig diskusjon ble det besluttet også å stryke vinddata for 9. januar. Med data for 9. januar inkludert ville konsentrasjonen fra sektor 290° , dvs. vest-nordvestlig kant vært $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fra sektor 300° ville middelkonsentrasjonen vært $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Måleren på Svanvik var ute av drift i den angjeldende periode, mens Høybuktknoen viste vind fra sør-øst, dvs. helt motsatt retning av Karpdalen. Dette underbygger at målingene i Karpdalen var påvirket av snø rundt 8.-9. januar 2012 og at vinddataene bør strykes.

I tidligere rapporteringsperioder har det vært bestemte "sjeldne" vindretninger som har gitt store utslag; $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra sektor 270° i forrige rapport og hhv. $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ før det, alle vindretninger forekom i mindre enn 1% av tiden. Disse høye konsentrasjonene forekom alltid ved svak vind.

Høye verdier av SO_2 ved vind fra vest kan altså forekomme og kan forklares utfra meteorologiske analyser. En mulig forklaring på de høye verdiene ved vestlig vind er at to ulike luftmasser møtes; et sørlig vinddrag fra innlandet bringer forurensningen nordover. Ved kysten kommer luftmassene fra innlandet i kontakt med vestavinden langs kysten og forurensningen bringes så østover. Dvs. at banene som forurensningen følger får en knekk, og i Karpdalen registreres høye konsentrasjoner ved vind fra vest. NILU har sjekket at det ikke er noen lokale svovelkilder i Karpdalen som kan gi store utslag. Like vest for stasjonen er det en 20 m høy knaus.



Figur 9: Middelskonsentrasjoner av SO_2 på Svanvik og Karpdalen i perioden april-september 2011 ($\mu g/m^3$). Figuren viser middelskonsentrasjoner av SO_2 for hver av 36 10° -vindsektorer. Begge stasjonene er mest belastet når det blåser fra anleggene i Nickel og Zapolyarnij.



Figur 10: Middelkonsentrasjoner av SO_2 på Svanvik og Karpdalen i perioden oktober 2011-mars 2012 ($\mu g/m^3$). Figuren viser middelkonsentrasjoner av SO_2 for hver av 36 10° -vindsektorer.

8.2 Analyse av SO₂-målinger over flere år

8.2.1 Måleprogrammets omfang

Foregående kapittel (kap. 8.1) omhandler resultater fra siste måleperiode (april 2011-mars 2012). I dette kapitlet analyseres måledata sortert etter kalenderår (januar-desember), altså noe forskjøvet.

De norske SO₂-målingene startet i Kirkenes-området og på Svanvik allerede i 1974. Senere ble målingene utvidet til Holmfoss, Jarfjordbotn og Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, på Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, SOV 2 (Maajärvi), SOV 3 og i Nikel (se Figur 5).

Tabell 16 gir en oversikt over måleperiodene på de ulike norskfinansierte stasjonene i grenseområdene fra starten i 1974. I tabellen er det skilt mellom døgnprøvetakere (som bare gir døgnmiddelverdier), og kontinuerlig registrerende instrumenter (monitorer) hvor verdiene måles kontinuerlig og midles til timemiddelverdier. Noen stasjoner har i perioder hatt begge typer prøvetakere. I Nikel ble middelverdier over 10 minutter logget fra 1.12.2004 (fram til 31. august 2008). Monitorene som brukes på Svanvik og i Karpdalen i dag måler øyeblikkskonsentrasjoner hvert 10. sekund, men kun midler over 10 minutter og time logges og overføres til NILU. På Svanvik er det lagret middelverdier over 10 minutter fra 1.7.2001, i Karpdalen fra gjenåpning i oktober 2008.

Merk at denne oversikten kun viser de norske/norskfinansierte stasjonene. De siste årene har russerne (HydroMet Murmansk) bygd ut sitt målenettverk og legger sine resultater ut på internett, se oversikt i referanselisten (kap. 11.1) for informasjon om Russlands og Finlands målestasjoner.

Tabell 16: Oversikt over SO₂-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-2011. Merk det omfattende programmet under basisundersøkelsen 1988-1991.

Målested	Prøvetakings-tid	'74-'77	'78-'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
Kirkenes	Døgn														
Svanvik	Døgn														
Svanvik	Time														
Holmfoss	Døgn														
Jarfjordbotn	Døgn														
Karpdalen	Døgn														
Karpdalen	Time														
Viksjøfjell	Time														
Noatun	Døgn														
Noatun	Time														
Kobbfoss	Døgn														
SOV 1	Time														
Maajavri	Time														
SOV 3	Time														
Nikel	Time														

Målested	Prøvetakings-tid	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
Kirkenes	Døgn														
Svanvik	Døgn														
Svanvik	Time														
Holmfoss	Døgn														
Jarfjordbotn	Døgn														
Karpdalen	Døgn														
Karpdalen	Time														
Viksjøfjell	Time														
Noatun	Døgn														
Noatun	Time														
Kobbfoss	Døgn														
SOV 1	Time														
Maajavri	Time														
SOV 3	Time														
Nikel	Time														

8.2.2 Variasjon fra år til år av enkelte nøkkelparametre

I det etterfølgende er det gjort en statistisk analyse av SO₂-verdiene på årsbasis for de målestasjonene som fortsatt er i drift i grenseområdene. Dette gjelder Svanvik (start 1974) og Karpdalen (gjenåpnet oktober 2008). Data fra den tidligere norske stasjonen Viksjøfjell (1989-1996), Nikel (1991 - 31. august 2008) og den tidligere russiske stasjonen Maajärvi (1990-2001) er også tatt med for å illustrere bedre hvor store forskjeller det er i luftkvaliteten i grenseområdene.

Tabellene og figurene nedenfor er utarbeidet for å vise hvordan luftkvaliteten er i forhold til grenseverdiene og Nasjonalt mål. Merk igjen at inndelingen her gjelder kalenderår og ikke rapporteringsperioder (som går fra 1. april til 31. mars påfølgende år).

Hovedtallene fra de foregående delkapitlene er sammenfattet i Tabell 17 og Tabell 18. Tabell 17 gir målestatisikk for Svanvik for årene 1974-2011. Timevise data er først tilgjengelig fra 1989. Tabell 18 gir tilsvarende statistikk for Viksjøfjell (for årene 1989-1995), Maajärvi (1990-2001), Nikel (1992-31. august 2008), samt Karpdalen (2009-2011, dvs. etter gjenåpningen).

Tabell 17: Målestatistikk for SO₂ fra Svanvik i perioden 1974-2011. Dataene logges som døgnmiddelverdier 1974-1988 og som timemiddelverdier fra 1989. Merk at her er dataene sortert etter år, ikke etter rapporteringsperiode, og tallene er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultatene i Tabell 12 og Tabell 14.

År	Årsmiddel- verdi (µg/m ³)	Antall døgn >125 µg/m ³	Antall døgn >90 µg/m ³	Antall døgn >75 µg/m ³	Antall døgn >50 µg/m ³	Antall timer >350 µg/m ³	Data- dekning (%)
1974	30,8	13	24	35	64		96,4
1975	17,6	5	11	15	27		97,3
1976	23,7	7	16	20	41		97,8
1977	27,0	14	18	37	57		95,1
1978	25,4	10	17	23	44		85,8
1979	17,8	6	13	21	37		94,8
1980	26,9	15	25	33	54		88,8
1981	24,6	5	13	19	35		72,1
1982	19,6	3	11	17	35		86,3
1983	29,6	6	28	36	55		100,0
1984	23,9	3	20	25	48		99,7
1985	24,8	8	22	34	57		99,7
1986	21,1	3	17	25	44		99,5
1987	26,3	8	15	24	53		97,5
1988	20,4	4	11	18	36		98,4
1989	12,2	3	9	12	22	31	89,2
1990	13,9	3	8	11	31	38	93,9
1991	12,2	4	9	13	26	38	92,0
1992	7,5	4	4	5	14	18	94,2
1993	9,3	2	7	10	20	16	95,3
1994	8,1	4	5	9	16	7	97,3
1995	11,0	3	7	12	26	21	96,2
1996	7,7	2	4	4	14	8	77,2
1997	10,6	5	8	11	17	23	96,2
1998	14,5	6	14	19	34	14	98,9
1999	7,9	1	3	4	16	3	89,8
2000	7,7	4	6	8	14	10	98,2
2001	9,0	2	3	8	17	5	96,5
2002	8,9	1	6	9	20	10	98,7
2003	5,9	1	3	4	9	5	91,2
2004	5,7	0	2	5	9	2	99,2
2005	6,2	1	1	2	7	4	98,7
2006	6,2	0	2	3	8	2	97,3
2007	6,0	2	4	5	10	3	98,6
2008	8,0	1	2	4	12	10	98,4
2009	6,8	0	1	3	17	3	99,0
2010	8,0	1	6	7	15	6	98,9
2011	7,3	0	2	5	14	6	93,4

Tabell 18: Målestatistikk for SO₂ fra Viksjøfjell (1989-1995), Maajärvi (1990-2001) og Nikel (1992-31.8.2008) og Karpdalen (2009-2011). Alle data logges som timemiddelverdier.

Stasjon	År	Årsmiddelverdi (µg/m ³)	Antall døgn >125 µg/m ³	Antall døgn >90 µg/m ³	Antall døgn >75 µg/m ³	Antall døgn >50 µg/m ³	Antall timer >350 µg/m ³	Data-dekning (%)
Viksjøfjell	1989	44,8	31	50	62	90	228	90,0
	1990	31,7	19	39	48	75	142	94,5
	1991	35,6	24	34	46	77	183	94,8
	1992	23,6	12	26	39	62	99	94,9
	1993	24,1	9	21	29	50	82	94,3
	1994	29,0	11	23	30	58	92	82,3
	1995	34,6	23	34	46	77	188	97,4
Maajärvi	1990	57,4	33	57	62	96	311	80,1
	1991	62,0	58	76	88	117	398	83,6
	1992	52,5	34	51	60	86	293	79,2
	1993	60,4	35	53	63	80	243	58,1
	1994	54,5	13	18	20	29	91	25,0
	1995	51,2	38	61	78	104	332	89,2
	1996	64,6	27	32	36	44	178	34,6
	1997	51,9	42	66	78	112	334	89,0
	1998	51,9	38	60	69	96	284	84,3
	1999	47,1	29	42	49	71	249	75,8
	2000	37,9	20	38	52	81	167	82,8
	2001	30,8	5	17	27	40	51	43,4
Nikel	1992	57,6	51	69	74	88	386	88,8
	1993	59,0	43	63	73	94	376	93,7
	1994	53,3	50	61	75	90	347	93,0
	1995	61,6	44	51	57	68	255	58,3
	1996	79,4	49	65	71	95	421	89,6
	1997	105,2	78	94	100	120	705	89,6
	1998	129,0	106	122	134	159	872	95,2
	1999	57,2	51	68	83	107	352	97,3
	2000	73,3	68	84	97	115	522	94,6
	2001	55,1	54	73	87	103	389	88,0
	2002	74,3	59	78	88	110	416	77,4
	2003	49,9	51	67	77	92	344	97,8
	2004	37,1	21	30	38	48	129	58,0
	2005	71,4	54	71	77	92	431	87,9
	2006	67,4	61	73	87	96	476	99,2
	2007	93,2	52	69	79	94	469	94,9
	2008 ¹⁾	91,1	57	65	74	90	414	66,2
Karpdalen	2009	13,8	3	9	11	22	12	98,6
	2010	20,4	13	17	22	39	73	97,5
	2011	19,8	7	12	16	30	51	96,2

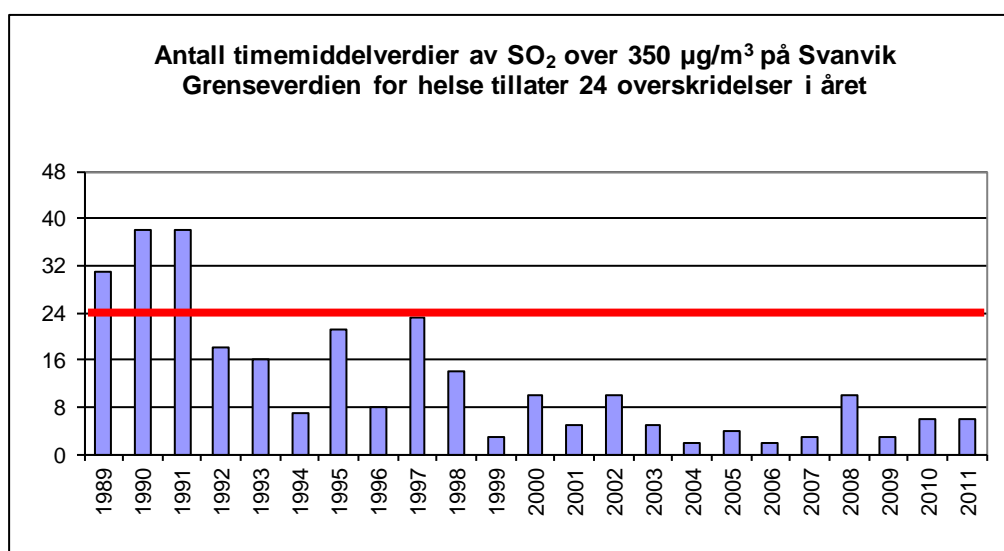
¹⁾ Nikel hadde data fram til 31. august 2008 (8 måneder) og tallene for 2008 er derfor ikke direkte sammenlignbare med tidligere år. Årsmiddelverdi 91,1 µg/m³ og antall døgn/timer er regnet ut fra 8 måneder. Datadekning 66,2 % er regnet ut fra hele året.

8.2.3 Timemiddelverdier

Grenseverdien for timemiddel av SO_2 er $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som tillates overskredet 24 ganger i året (tilsvarende 0,27% av tiden med fullt datasett). Denne grenseverdien gjelder fra 1.1.2005.

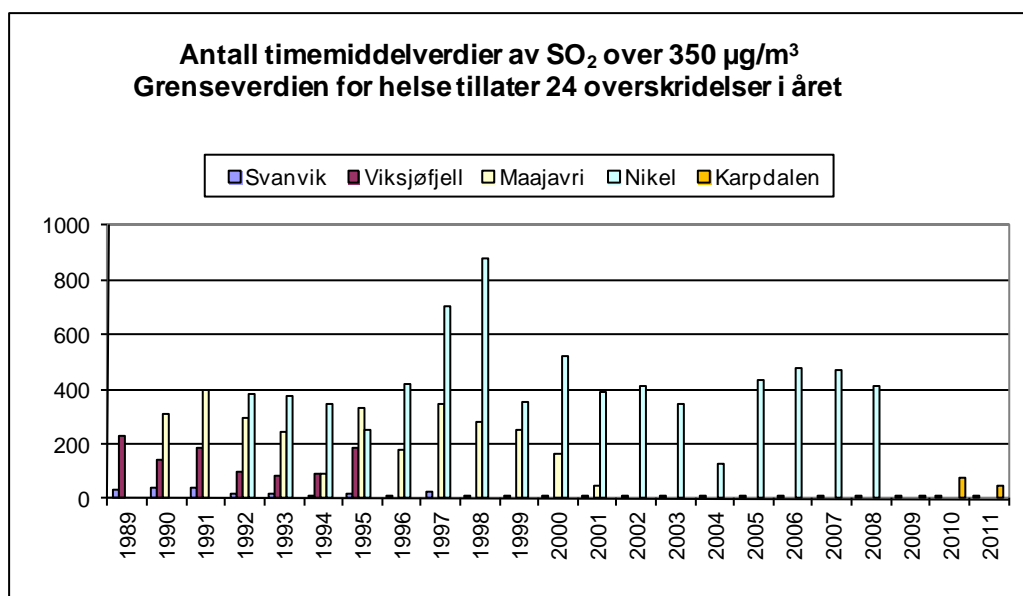
Timemiddelverdier av SO_2 er målt siden 1989 på Svanvik. I 2011 var det seks timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samme antall som året før. Figur 11 viser antall overskridelser av grenseverdien hvert år fram til 2011. Fra 1992 er antall overskridelser under nåværende grenseverdier, gitt at det er tillatt med 24 overskridelser i året. Målingene fra årene før 1989 viser til dels langt høyere års- og døgnmiddelkonsentrasjoner enn målinger fra årene etter 1989. Det er derfor sannsynlig at timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har forekommet hyppigere på 1970- og 1980-tallet enn i dag.

I Karpdalen var det 51 timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2011, mot 73 året før og 12 i 2009. Som tidligere nevnt var vinteren 2010/11 spesiell i Karpdalen og de høye konsentrasjonene denne vinteren gjør at det var overskridelser både i 2010 og 2011 (dvs. mer enn det tillatte antallet, 24 pr kalenderår).



Figur 11: Antall timemiddelverdier av SO_2 over grenseverdien på $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik i årene 1989-2011 (24 tillatte overskridelser i året).

Historisk sett har de andre stasjonene i grenseområdene, særlig de russiske, vist konsentrasjoner over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftere enn på Svanvik. Dette er sammenfattet i Figur 12.

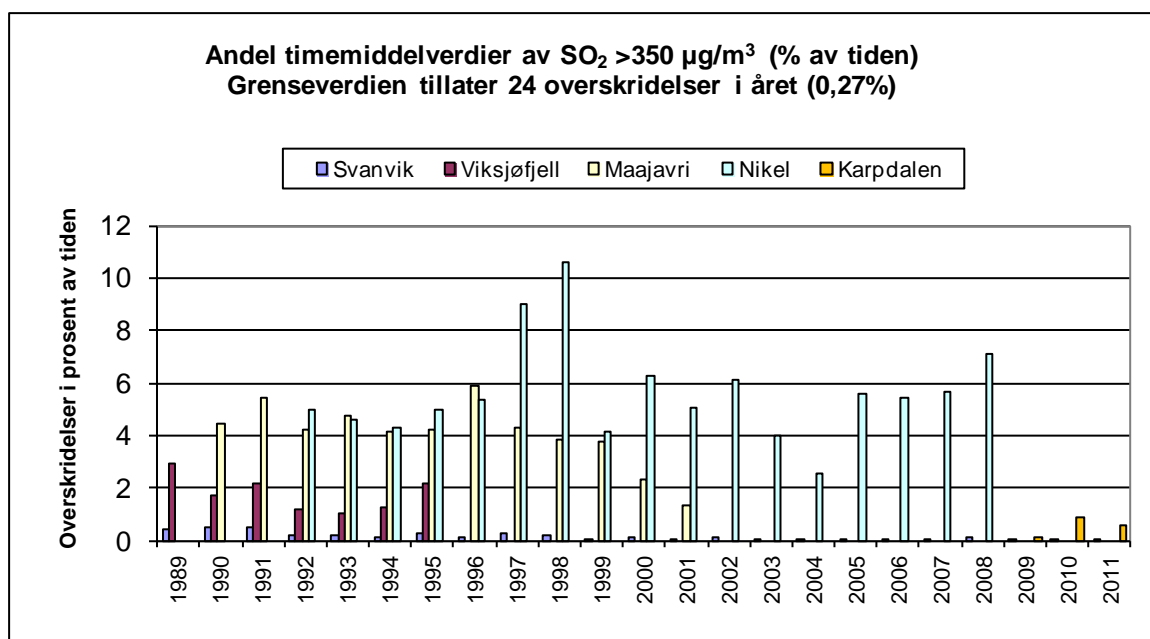


Figur 12: Antall timemiddelverdier av SO₂ over grenseverdien på 350 µg/m³ på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995), i Maajärvi (1990-2001), i Nikel (1992-31. august 2008) og i Karpdalen (2009-2011) (24 tillatte overskridelser i året i Norge).

Nikel hadde eksempelvis 872 overskridelser i 1998 og 414 overskridelser fra 1. januar-31. august 2008 (Tabell 18). Høyeste målte timeverdi i Nikel de siste årene NILUs målestasjon var operativ var 5071 µg/m³ (21. mars 2008 kl. 05 norsk tid, se Tabell 14).

I Figur 13 er det vist hvor stor andel av målingene som er over grenseverdien for timemiddel på 350 µg/m³. På de russiske stasjonene ble denne verdien overskredet vanligvis i 4-6% av tiden, men 1998 var et ekstremår og denne verdien ble overskredet over 10% av tiden i Nikel. På Viksjøfjell var det overskridelser i mellom 1% (82 timer i 1993) og 2,9% (228 timer i 1989) av målingene. På Svanvik er gjennomsnittet de 10 siste årene 5,1 overskridelser, tilsvarende 0,05% av tiden, lavest i 2004 og 2006 med 2 overskridelser (0,02%) og høyest i 2002 og 2008 med 10 overskridelser (0,11%). I Karpdalen var det overskridelser i 0,61% av tiden i 2011 (av tiden med gyldige målinger, som nevnt 51 til sammen).

Målingene av timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik fra høsten 1988 til i dag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m³. Høyeste målte timemiddelverdi i 2011 var 858 µg/m³ på Svanvik (20. august kl. 9-10). Den aller høyeste timemiddelverdien målt på Svanvik noensinne av NILU (fra 1989 til i dag) var 2458 µg/m³ i 1990.

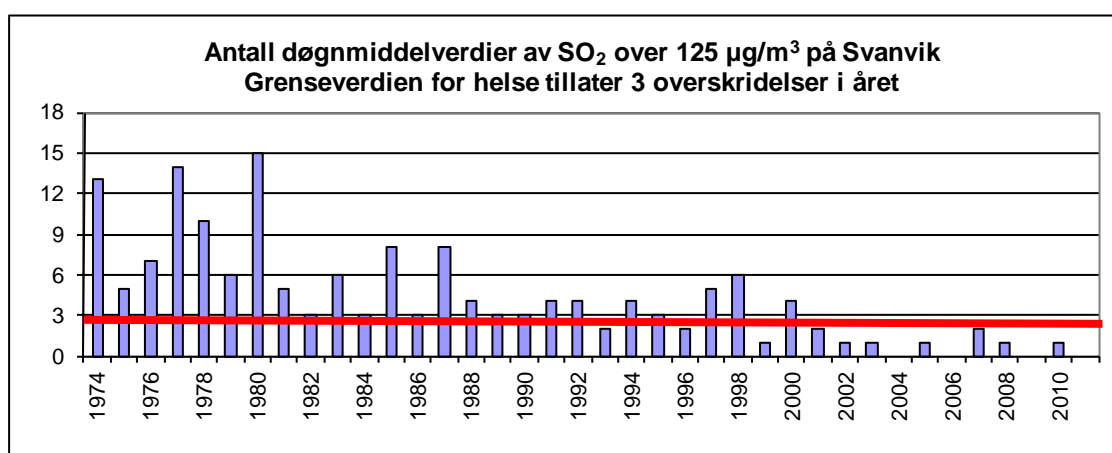


Figur 13: Andel av tiden grenseverdien for timemiddel av SO₂ på 350 µg/m³ er overskredet på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995), i Maajärvi (1990-2001), i Nikel (1992-31. august 2008) og i Karpdalen (2009-2011). 24 tillatte overskridelser i året tilsvarer 0,27% av tiden.

8.2.4 Døgnmiddelverdier

Den norske grenseverdien for døgnmiddel av SO₂ på 125 µg/m³ tillates overskredet tre ganger i året og ble gjort gjeldende fra 1.1.2005 (se kap. 6).

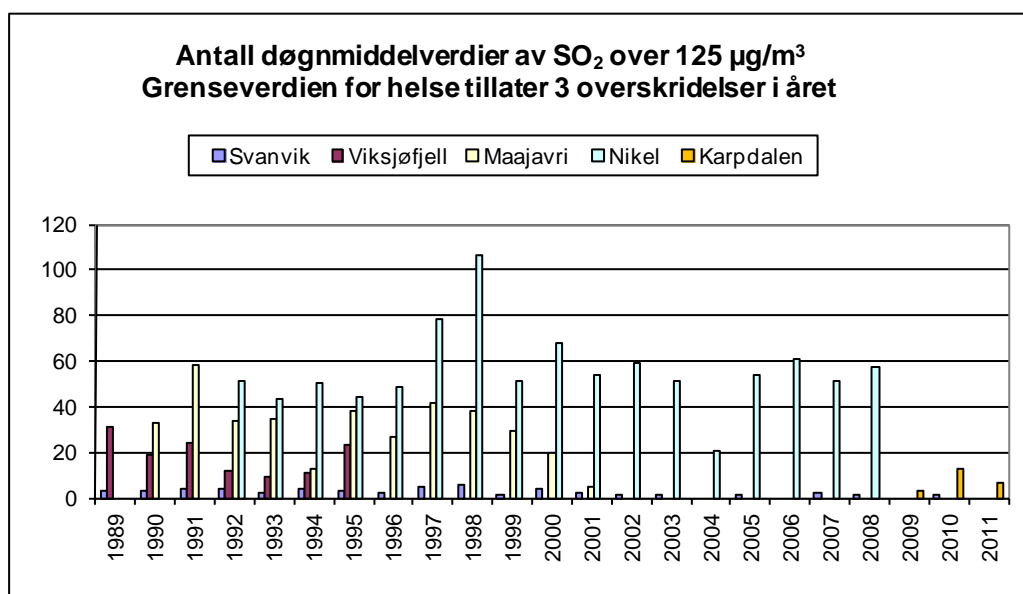
På Svanvik var det ingen døgnverdier over 125 µg/m³ i 2011 (en året før). Figur 14 og Tabell 17 viser at antall overskridelser på Svanvik har variert mye fra år til år, men at det generelt har vært færre overskridelser etter 1988 enn tidligere. I løpet av de 11 siste årene er grenseverdien ikke overskredet mer enn tillatt. Siste år med overskridelse var år 2000 med fire tilfeller. Gjennomsnittet de 10 siste årene er 0,7 overskridelser pr år (0,2%), lavest i 2004, 2006, 2009 og 2011 med ingen overskridelser.



Figur 14: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over grenseverdien på 125 µg/m³ på Svanvik i årene 1974-2011 (3 tillatte overskridelser i året).

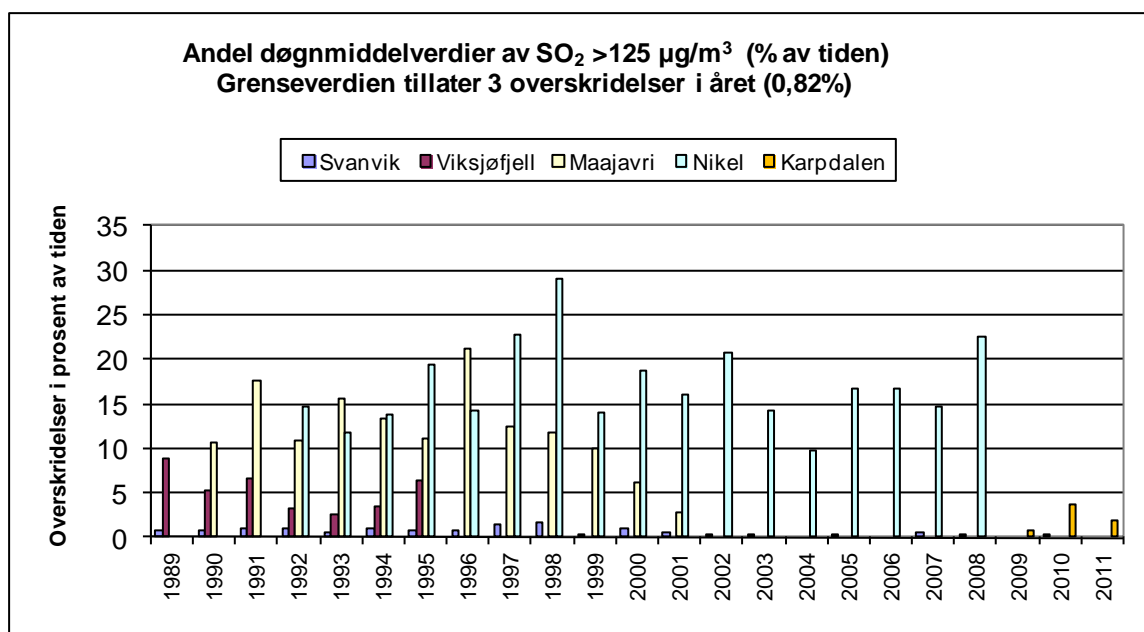
Målingene i Karpdalen viser sju tilfeller med døgnmiddel over $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2011, mot 13 året før (2010). Det var fire i januar og tre i februar. Dette er mer enn antall tillatte overskridelser. Generelt viser det hvordan de høyeste konsentrasjonene måles i Karpdalen om vinteren (pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør) og igjen gjenspeiler dette den store belastningen vinteren 2010/11.

Ved de andre stasjonene i oversikten har det vært atskillig flere overskridelser, særlig på de russiske stasjonene, hvor grenseverdien ble overskredet hvert eneste år med målinger (Figur 15). Nikel hadde eksempelvis hele 106 overskridelser i 1998, omtrent dobbelt så mange overskridelser som "normalt". Igjen bør det nevnes at EUs regelverk ikke gjelder i Russland, men sammenligningen gjøres for å vise at luften i Nikel er langt unna å tilfredsstille EUs og norske krav til luftkvalitet.



Figur 15: Antall døgnmiddelverdier av SO_2 over grenseverdien på $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995), i Maajärvi (1990-2001), i Nikel (1992-31. august 2008) og i Karpdalen (2009-2011). Det er tillatt med 3 overskridelser i året i Norge.

Siden enkelte stasjoner har lite tilgjengelig måledata noen år, er det i Figur 16 vist hvor stor andel av målingene som er over grenseverdien. Karpdalen overskred grenseverdien i 2% av målingene (sju av 355 dager med data). På de russiske stasjonene overskrides grenseverdiene i 10-20% av tiden, og helt opp mot 30% i Nikel i 1998. I 2008 (8 måneder) ble denne verdien overskredet i 22,5% av tiden. På Viksjøfjell var det overskridelser i mellom 2,5% (1993) og 8,8% (1989) av målingene.



Figur 16: Andel av tiden grenseverdien for døgnmiddel av SO₂ på 125 µg/m³ er overskredet på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995, i Maajärvi (1990-2001), i Nickel (1992-31. august 2008) og i Karpdalen (2009-2011). 3 tillatte overskridelser i året tilsvarer 0,82% av tiden.

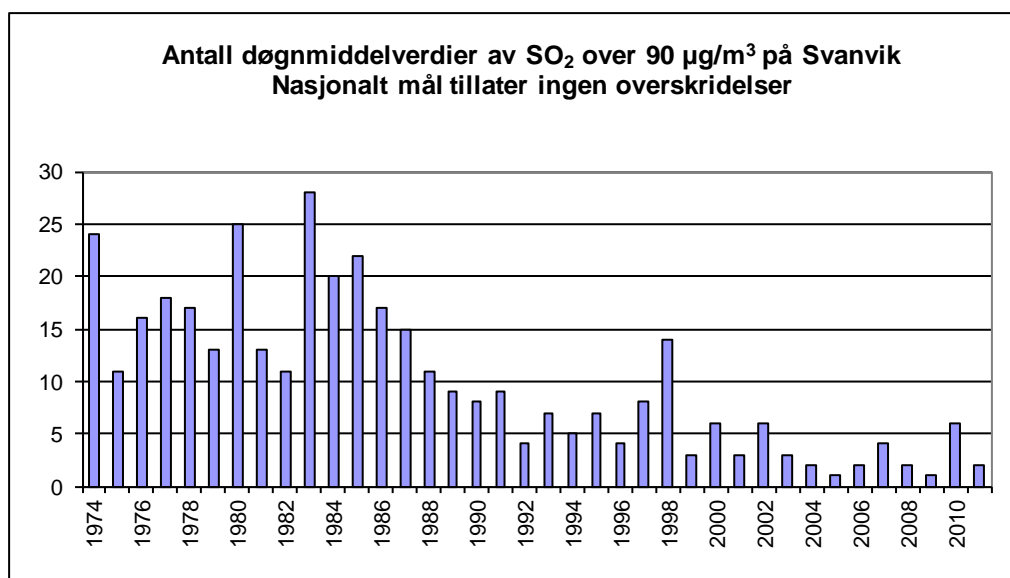
8.2.5 Nasjonalt mål (døgn)

Miljøverndepartementet fastsatte i 1998 Nasjonalt mål for bl.a. SO₂. Denne verdien er 90 µg/m³ som døgnmiddelverdi, og det er ikke tillatt med overskridelser. Figur 17 og Figur 18 viser antall overskridelser av 90 µg/m³ hvert år med data på målestasjonene i grenseområdet. Svanvik har som ventet færrest overskridelser, to i 2011. Gjennomsnittlig antall overskridelser de 10 siste årene er 2,9 med flest i 2002 og 2010 (seks) og færrest i 2005 og 2009 (en). I 1998 var det 14 overskridelser.

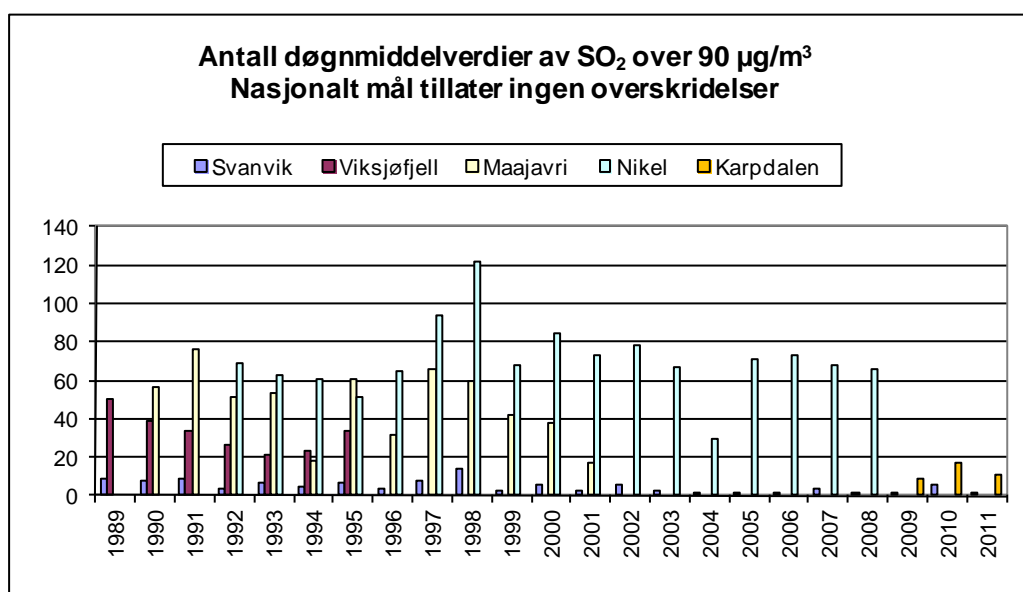
Dersom denne grenseverdien skal overholdes på Svanvik, må altså den maksimale døgnmiddelverdien reduseres til under 90 µg/m³. Av Tabell 17 og Figur 17 ser man at Nasjonalt mål er overskredet hvert eneste år med målinger.

Karpdalen hadde 12 overskridelser i 2011; fem i januar, seks i februar og en i april, mot 17 året før (2010). Overskridelser kommer hovedsakelig i vinterhalvåret, dette reflekterer igjen hvordan hyppigst forekommende vindretning vinterstid er fra sør.

Til sammenligning var høyeste målte døgnmiddelverdi i Nickel i 2008 (1. januar-31. august) 1092 µg/m³ (12. juni). Under sommerepisoden i 2007 var maksimal målt døgnmiddelverdi på 2390 µg/m³ (i juli), dette er 26 ganger høyere enn Nasjonalt mål som gjelder i Norge.



Figur 17: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over Nasjonalt mål på 90 µg/m³ på Svanvik i årene 1974-2011 (ingen tillatte overskridelser for Norge).



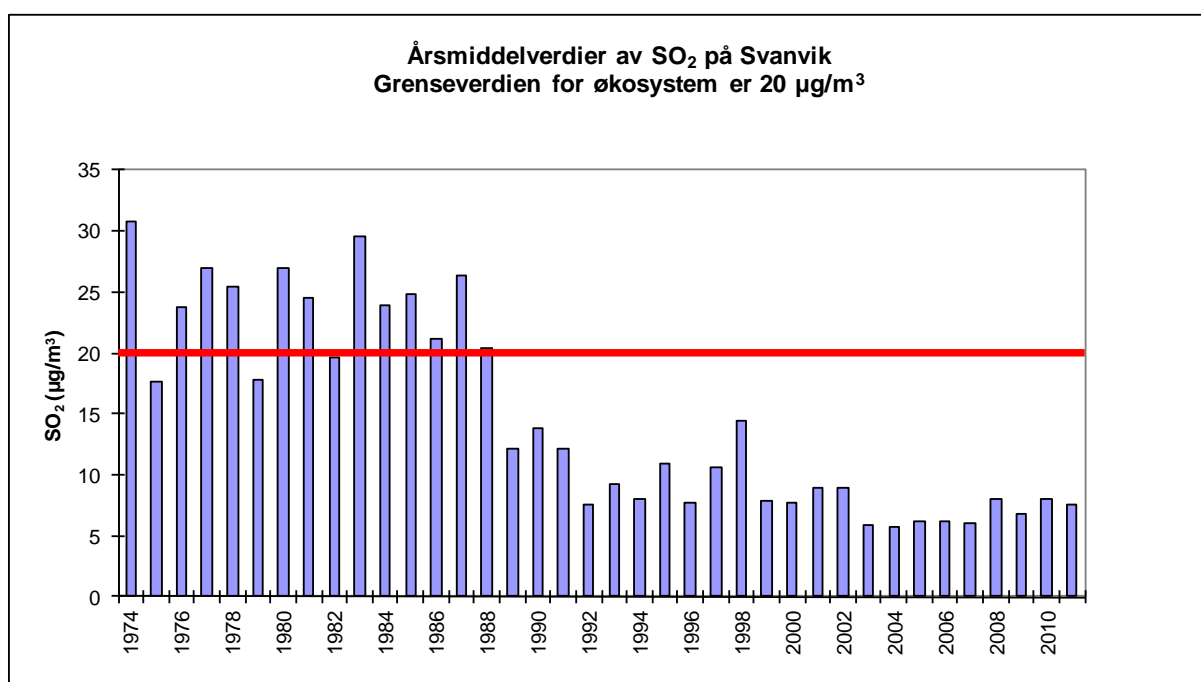
Figur 18: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over Nasjonalt mål på 90 µg/m³ på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995), i Maajärvi (1990-2001), i Nikel (1992-31. august 2008) og i Karpdalen (2009-2011) (ingen tillatte overskridelser for Norge).

8.2.6 Års- og vinterhalvårsmiddelverdier

Grenseverdien for beskyttelse av økosystem er $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ både for kalenderår og vinterhalvår (oktober-mars).

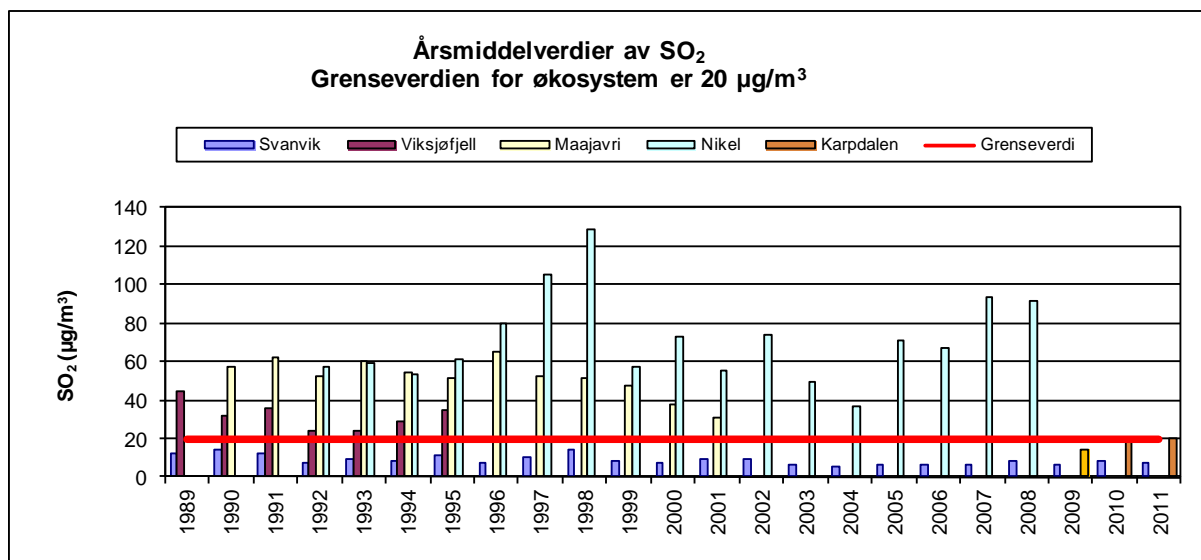
Årsmiddelverdien på Svanvik var $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2011. Siden 1999 har årsmiddel på Svanvik ligget mellom $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2004) og $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2001). I perioden 1974-1988 ble grenseverdien på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskredet de fleste årene på Svanvik (Figur 19), mens grenseverdien er overholdt fra 1989. Grenseverdien ble overholdt i Karpdalen i 2011 (årsmiddel $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mens den ble overskredet året før ($20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), i 2009 var årsmiddelverdi $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. På de andre stasjonene vist i Figur 20 ble derimot grenseverdien overskredet for alle år hvor det ble utført målinger. Særlig store overskridelser var det på de russiske stasjonene. De meget høye verdiene i Nikel i 1997-98 i forhold til årene før og etter skyldes høyere frekvens av vind fra nordøst, dvs. fra verket mot byen og målestasjonen disse årene. Fra 1999 var verdiene på et mer "normalt nivå" i Nikel, men med en markert nedgang i 2003 og 2004, for så å gå opp på det "normale nivået" igjen i 2005. Middelverdien i Nikel i 2004 er noe usikker fordi det ikke er målinger i månedene juli-november. 2007 og 2008 viste de høyeste årsmiddelkonsentrasjonen som ble målt siden 1998.

Merk også at konsentrasjonene som måles med passive prøvetakere på Viksjøfjell nå, $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kap. 8.1.3) er like høyt som konsentrasjonene som ble målt på 1990-tallet.



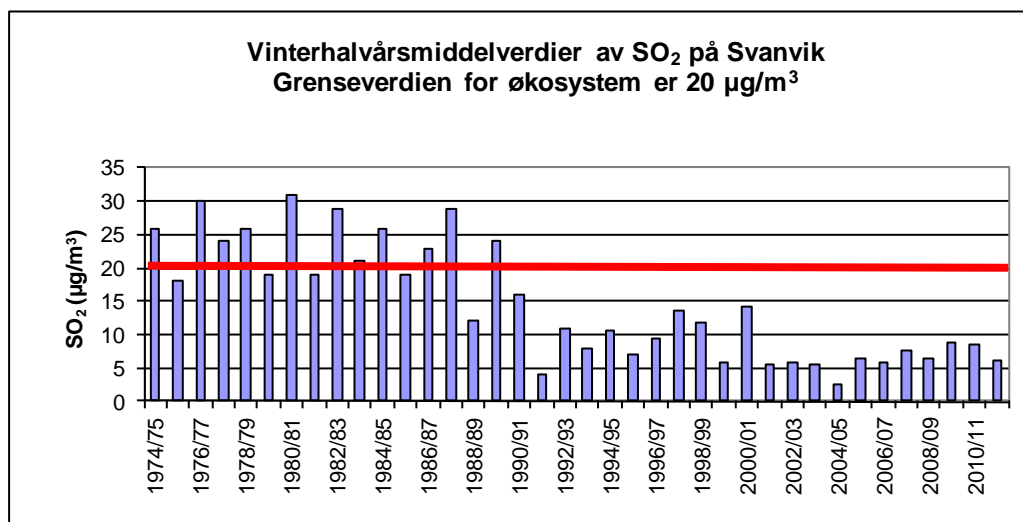
Figur 19: Årsmiddelverdier av SO₂ på Svanvik i årene 1974-2011 (enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

SO₂-målingene på Svanvik (Figur 19) antyder et betydelig lavere SO₂-utslipp i Nikel de 20 siste årene enn på 1970- og 1980-tallet. Som tidligere nevnt er samlede utslipp fra Pechenga-Nikel kombinatet (Nikel og Zapoljarnij) nå omlag 100'000 tonn SO₂ pr. år, se Figur 2 for trender i utslippene.

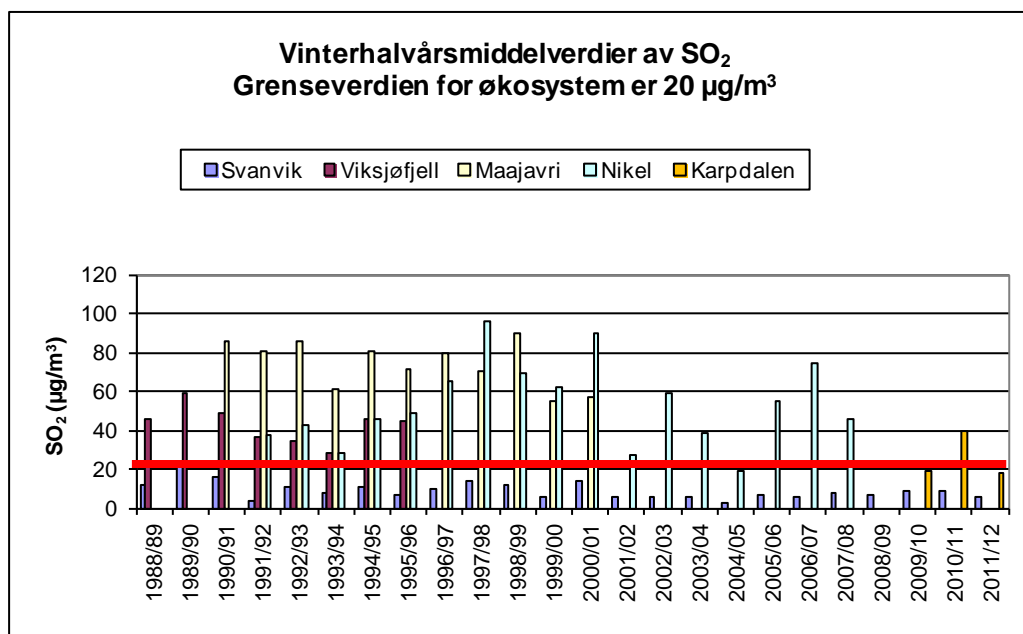


Figur 20: Årsmiddelerverdier av SO₂ på Svanvik (1989-2011), på Viksjøfjell (1989-1995), i Maajärvi (1990-2001), i Nikel (1992-2008) og i Karpdalen (2009-2011) (enhet: µg/m³).

Figur 21 og Figur 22 viser et bilde for vinterhalvårsmiddelerverdier som i hovedsak samsvarer med årsmiddelerverdiene. Grenseverdien ble overskredet siste gang på Svanvik vinteren 1989/90. Karpdalen hadde 18,4 µg/m³ som middelerverdi vinteren 2011/12. Vintrene før herværende periode hadde verdier på 19,4 µg/m³ (vinteren 2009/10) og 39,1 µg/m³ (vinteren 2010/11, som hadde stor belastning). Se ellers diskusjon i kap 8.1.2. De andre stasjonene i grenseområdene hadde overskridelser hver eneste vinter de var operative, unntatt Nikel i 2004/05.



Figur 21: Vinterhalvårsmiddelerverdier av SO₂ på Svanvik 1974/75-2011/12 (enhet: µg/m³).



Figur 22: Vinterhalvårsmiddelverdier av SO₂ på Svanvik (1988/99-2011/12), på Viksjøfjell (1988/89-1995/96), i Maajärvi (1990/91-2000/01), i Nikel (1991/92-2007/08) og i Karpdalen (2009/10-2011/12) (enhet: µg/m³).

9. Måleresultater tungmetaller i svevestøv

I dette prosjektet er det nå to svevestøvprøvetakere av typen KleinfILTERgerät, en på Svanvik som ble satt opp i oktober 2008 og en i Karpdalen som ble satt opp høsten 2011. Med svevestøv menes PM₁₀, dvs. støv med diameter mindre enn 10 µm. Prøvetakingen foregår ved at luft suges inn gjennom et filter der støv avsettes. Etterpå sendes filterne til NILUs laboratorier for analyse av 10 metaller (Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, V, As og Al). Basert på målt luftvolum gjennom instrumentet og mengden (masse) tungmetaller avsatt kan middelkonsentrasjonene regnes ut.

For tidligere målinger på Svanvik ble hvert filter eksponert 24 timer (fra kl. 8 om morgenen til påfølgende dag kl. 8) og kun filtre eksponert ved vind fra øst ble analysert. Forhøyede verdier av SO₂ ble brukt som indikator for vind fra Nikel. Denne metoden ga maksimal-konsentrasjon av tungmetaller i luften, men ikke middelkonsentrasjon. Gitt at grenseverdiene gjelder for årsmiddel (kap. 6) ble frekvensen endret høsten 2011 slik at hvert filter nå eksponeres en uke, og alle filterne analyseres. Dette gir middelkonsentrasjon (over uke, sesong, år), men vil samtidig ikke fange opp maksimalkonsentrasjonene.

Målingene på Svanvik sommeren 2011 fulgte gammel frekvens med døgnmålinger der filtre eksponert ved vind fra øst ble analysert. Til sammen ble 58 filtre valgt ut for perioden april – september. Sammenlignet med grafene i Vedlegg A fremgår det at utvalgte filtre samsvarer med dager med forhøyede SO₂-konsentrasjoner. For oktober ble alle 31 filterne analysert. Dette fordi vintersesongen starter 1. oktober og for å beregne middel for vinteren 2011/12 måtte oktober inkluderes. Resultater for Svanvik april – september 2011 er vist i Tabell 19.

I alt 54 filtre ble analysert med gyldig analyseresultat, dvs. fire prøver ble forkastet. Den vanligste årsaken til at analyseresultater blir forkastet er at luftvolumet gjennom instrumentet er for lite. Dette kan igjen skyldes både problemer med blindfilteret²¹ i instrumentet, samt at det tidvis er problemer med strømtilførselen på Svanvik. Ledningsnettet i Pasvikdalen oppgraderes og i den forbindelse oppstår det korte strømbrudd når det gjøres arbeid på linjene. Ved strømbrudd stopper filterinstrumentet, og det starter ikke automatisk når strømmen kommer tilbake slik tilfellet er for monitorene.

Ni (nikkel), As (arsen), Cu (kobber) og Co (kobolt) regnes som spormetaller fra nikkelverkene på russisk side og det er disse fire metallene som vises i denne rapporten. Under basisundersøkelsen i 1988-1991 ble det også målt tungmetaller i svevestøv på syv forskjellige stasjoner i grenseområdene (Noatun, Kobbfoss, Svanvik, Holmfoss, Kirkenes, Karpdalen og Viksjøfjell). Maksimumsverdiene for 1990-91 på de forskjellige stasjonene lå fra 27,70 til 102,3 ng/m³ for Ni, fra 9,50 til 88,00 ng/m³ for As, fra 53,20 til 119,8 ng/m³ for Cu og 2,47 til 4,05 ng/m³ for Co (Sivertsen et al., 1991). Sammenlignet med målingene fra januar 1990 til mars 1991 er de målte maksimumsverdiene av de fire tungmetallene Ni, As, Cu og Co like høye sommeren 2011 som for 20 år siden. Maksimumsverdiene for sommeren 2011 er høyere enn sommeren 2010. Merk også at noen av de høyeste verdiene forekom 20. august 2011, samme dag hvor også den høyeste verdien av SO₂ ble målt (kap. 8.1).

²¹ Blindfilter er et filter som ikke eksponeres, men som ellers behandles på samme måte som de eksponerte filterne. Blindfilter analyseres også og dette er en kvalitetssjekk for å finne ut om prøvene har blitt forurenset for eksempel under transport eller på annen måte.

Tabell 19: Døgnverdier av elementer i luft på Svanvik sommerhalvåret 2011.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
13.04.2011	14.04.2011	4,74	2,09	5,88	0,17
25.04.2011	26.04.2011	1,98	0,47	2,20	0,12 ¹⁾
26.04.2011	27.04.2011	6,49	0,47	3,29	0,19
05.05.2011	06.05.2011	5,57	0,74	6,60	0,21
06.05.2011	07.05.2011	4,63	0,66	5,53	0,15
13.05.2011	14.05.2011	4,82	0,50	4,23	0,18
18.05.2011	19.05.2011	23,28	4,38	23,93	0,79
19.05.2011	20.05.2011	14,78	4,64	21,03	0,46
20.05.2011	21.05.2011	29,89	2,76	28,23	1,01
21.05.2011	22.05.2011	54,15	8,67	63,83	1,95
22.05.2011	23.05.2011	12,94	3,54	18,65	0,44
23.05.2011	24.05.2011	48,90	7,44	57,63	1,72
27.05.2011	28.05.2011	16,86	1,97	16,50	0,60
01.06.2011	02.06.2011	8,24	0,38	5,43	0,26
02.06.2011	03.06.2011	31,64	3,34	24,72	1,04
03.06.2011	04.06.2011	43,12	6,93	45,07	1,52
10.06.2011	11.06.2011	21,78	2,72	16,91	0,69
11.06.2011	12.06.2011	20,13	1,65	14,70	0,67
19.06.2011	20.06.2011	1,32	0,34	0,85	0,06 ¹⁾
21.06.2011	22.06.2011	19,80	2,47	22,31	0,62
23.06.2011	24.06.2011	3,82	0,42	3,39	0,15
24.06.2011	25.06.2011	8,10	1,99	9,09	0,27
27.06.2011	28.06.2011	46,58	4,83	33,41	1,62
28.06.2011	29.06.2011	26,49	4,14	23,15	0,89
29.06.2011	30.06.2011	49,61	5,91	38,71	1,64
30.06.2011	01.07.2011	55,73	6,30	45,75	1,96
06.07.2011	07.07.2011	11,45	0,73	4,20	0,26
19.07.2011	20.07.2011	6,48	3,55	7,54	0,22
22.07.2011	23.07.2011	5,46	1,32	4,41	0,20
23.07.2011	24.07.2011	8,31	3,39	6,93	0,33
24.07.2011	25.07.2011	17,99	7,91	12,05	0,60
26.07.2011	27.07.2011	3,45	1,15	3,77	0,16
29.07.2011	30.07.2011	4,43	1,65	2,91	0,14
30.07.2011	31.07.2011	< 0,71 ¹⁾	0,11 ¹⁾	0,18 ¹⁾	< 0,02 ¹⁾
31.07.2011	01.08.2011	11,94	4,15	8,49	0,39
01.08.2011	02.08.2011	22,03	29,90	21,06	0,84
03.08.2011	04.08.2011	3,09	1,17	3,06	0,11 ¹⁾
08.08.2011	09.08.2011	2,65	0,54	1,54	0,08 ¹⁾
09.08.2011	10.08.2011	32,20	6,49	24,67	1,20
18.08.2011	19.08.2011	49,80	12,41	34,41	1,76
19.08.2011	20.08.2011	41,81	19,25	44,32	1,57
20.08.2011	21.08.2011	60,62	35,94	76,85	2,25

Tabell forts.: Døgnverdier av elementer i luft på Svanvik i sommerhalvåret 2011

25.08.2011	26.08.2011	14,67	2,75	27,10	0,62
27.08.2011	28.08.2011	11,69	2,19	12,93	0,40
30.08.2011	31.08.2011	5,95	0,36	3,39	0,19
01.09.2011	02.09.2011	21,94	3,74	21,48	0,75
08.09.2011	09.09.2011	9,94	1,37	9,81	0,35
09.09.2011	10.09.2011	31,37	5,15	22,95	1,11
10.09.2011	11.09.2011	20,96	3,25	18,01	0,70
11.09.2011	12.09.2011	5,22	1,50	6,82	0,16
13.09.2011	14.09.2011	10,98	1,66	8,37	0,38
14.09.2011	15.09.2011	65,16	8,35	31,18	1,77
22.09.2011	23.09.2011	41,19	6,76	46,12	1,28
23.09.2011	24.09.2011	2,90	0,36	2,39	0,10 ¹⁾
Maksimum					
13.04.2011	24.09.2011	65,16	35,94	76,85	2,25

¹⁾ Under deteksjonsgrensen.

1. november 2011 ble instrumentet på Svanvik omprogrammert slik at frekvensen ble endret fra døgnprøver til ukedprøver. Samtidig ble det påbegynt målinger av tungmetaller i svevestøv i Karpdalen. Filtrene eksponeres omlag en uke og sendes så til NILU for analyse. Alle filtre analyseres for å få langtidsmiddel (uke, sesong, år). Resultatene for vinteren 2011/12 er vist i Tabell 20 (Svanvik) og Tabell 21 (Karpdalen).

Som tidligere nevnt er hyppigst forekommende vindretning vinterstid fra sør (se vindrose Figur 6), dette bringer utslippene nordover mot Karpdalen og Jarfjordfjellet. Karpdalen viser derfor høyere konsentrasjoner enn Svanvik. Dette gjelder alle fire elementer vist her.

Grenseverdi for nikkel i luft er 20 ng/m³ som årsmiddel (kap. 6). Gjennomsnittsverdi for Svanvik er 4,51 ng/m³ og Karpdalen 7,20 ng/m³, altså godt under grenseverdi for år. Men gitt at vindretningen sommerstid er mer varierende vil sannsynligvis konsentrasjonene på Svanvik være høyere i sommerhalvåret enn i vinterhalvåret. Grenseverdien for As er 6 ng/m³, igjen ligger vintermiddelet på Svanvik og i Karpdalen under dette. Men det bør også påpekes at det kreves et kalenderår med målinger for å vurdere om det er brudd på gjeldende grenseverdier.

Tungmetaller måles også ved observatoriene på Birkenes (Sør-Norge) og Zeppelin (Spitsbergen) og på Andøya (Aas et al., 2012). Verdiene på disse observatoriene representerer bakgrunnsverdier og ligger godt under 1 ng/m³ for Ni, As og Cu, og langt under 0,1 ng/m³ for Co. Sammenlignet med disse målingene ligger middelverdiene fra stasjonene i grenseområdene typisk en faktor 10-30 høyere enn bakgrunnsstasjonene ellers i Norge.

Disse måleresultatene, som viser forhøyede verdier av tungmetaller i svevestøv, tilsier også at det faglig sett var fornuftig å starte svevestøvmålinger på Svanvik høsten 2008 og i Karpdalen høsten 2011.

Tabell 20: Middelerverdier av elementer i luft på Svanvik vinterhalvåret 2011/12.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
1.10.2011 ¹⁾	31.10.2011 ¹⁾	2,08	0,30	1,95	0,06
1.11.2011	8.11.2011	4,03	3,61	7,18	0,20
8.11.2011	15.11.2011	0,71	0,10	0,63	0,04
15.11.2011	22.11.2011	2,73	0,33	2,71	0,11
22.11.2011	29.11.2011	0,12	0,03 ²⁾	0,11 ²⁾	0,00 ²⁾
29.11.2011	6.12.2011	2,54	0,31	2,45	0,07
6.12.2011	13.12.2011	11,78	2,70	9,86	0,40
13.12.2011	20.12.2011	3,72	5,30	4,96	0,12
20.12.2011	27.12.2011	0,60	0,20	0,53	0,02
27.12.2011	3.1.2012	5,42	2,53	6,57	0,19
3.1.2012	10.1.2012	24,04	11,26	30,02	0,80
10.1.2012	17.1.2012	10,84	2,94	18,18	0,39
17.1.2012	24.1.2012	1,23	1,33	1,61	0,10
24.1.2012	31.1.2012	1,65	0,86	0,98	0,05
31.1.2012	7.2.2012	0,92	0,39	0,79	0,03
7.2.2012	14.2.2012	1,13	0,58	0,74	0,04
14.2.2012	21.2.2012	7,17	3,58	6,52	0,29
21.2.2012	28.2.2012	0,57	0,12	0,46	0,03
28.2.2012	6.3.2012	0,86	0,21	0,77	0,10
6.3.2012	13.3.2012	2,49	0,55	2,22	0,11
13.3.2012	20.3.2012	3,30	1,16	3,16	0,15
20.3.2012	27.3.2012	18,46	7,36	13,96	0,70
27.3.2012	3.4.2012	5,94	2,23	4,86	0,24
Vektet middel					
01.10.2011	03.04.2012	4,51	1,92	5,03	0,18

¹⁾ Verdiene fra 1. -31. oktober 2011 er basert på 31 døgnprøver.

²⁾ Under deteksjonsgrensen.

Tabell 21: Middelerverdier av elementer i luft i Karpdalen vinterhalvåret 2011/12.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
1.11.2011	6.11.2011	6,79	3,13	7,64	0,26
6.11.2011	14.11.2011	1,70	0,89	2,75	0,06
14.11.2011	23.11.2011	4,51	1,64	5,47	0,18
23.11.2011	30.11.2011	5,53	2,46	5,13	0,23
30.11.2011	12.12.2011	9,16	4,62	8,05	0,44
12.12.2011	19.12.2011	8,41	7,00	6,35	0,31
19.12.2011	26.12.2011	5,39	3,79	4,76	0,21
26.12.2011	5.1.2012	3,15	0,39	1,89	0,08
5.1.2012	13.1.2012	5,98	9,36	9,31	0,21
13.1.2012	20.1.2012	11,98	11,26	12,87	0,47
23.1.2012	29.1.2012	7,98	4,41	9,83	0,30
30.1.2012	7.2.2012	2,87	1,90	4,46	0,10
7.2.2012	15.2.2012 ¹⁾	2,81	1,10	3,71	0,10
19.2.2012 ¹⁾	1.3.2012	5,28	2,47	6,01	0,20
1.3.2012	9.3.2012	17,55	5,86	20,97	0,71
9.3.2012	17.3.2012	5,50	2,91	5,66	0,24
17.3.2012	27.3.2012	18,03	5,50	16,08	0,69
27.3.2012	3.4.2012	4,86	1,73	3,94	0,17
Vektet middel					
01.11.2011	03.04.2012	7,20	3,85	7,55	0,28

¹⁾ Ingen prøve mellom 15. og 19. februar. Pga fuktig luft og lav temperatur gikk filteret tett av is og instrumentet stoppet.

10. Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør

Prøvetaking for målinger av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør foretas ved to stasjoner: Svanvik og Karpbukt (Figur 5). Prøvene av nedbørkvalitet tas vanligvis over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned hvis denne ikke faller på en mandag. På Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. I 1990 ble det opprettet en stasjon i Karpdalen som ble nedlagt 1.4.1998. Som erstatning ble det opprettet ny stasjon i Karpbukt 15.9.1998. Karpbukt ligger ved Jarfjorden der Karpdalen munner ut. Det er ca. 4 km mellom de to stasjonsplasseringene. Nedbørsamleren i Karpbukt er vist i Figur 23.

Et sammendrag av månedsvise resultater for siste rapporteringsperiode er vist i Tabell 22 (Svanvik) og Tabell 23 (Karpbukt). Konsentrasjonene av SO_4 er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel pr. liter. Konsentrasjonene av NO_3 og NH_4 er gitt som mg nitrogen pr. liter. Fra 1996 er det bare utført analyse av tungmetaller i prøvene fra Svanvik (dvs. ikke hovedkomponenter). Likeledes er det fra 1.1.2004 bare utført analyse av hovedkomponenter på prøvene fra Karpbukt (dvs. ikke tungmetaller). Fra 2009 er det også analysert for vanadium (V) og aluminium (Al) i nedbør. Dette er gjort for at man skal analysere på de samme ti tungmetallene i både luft og nedbør.



Figur 23: Nedbørsamleren i Karpbukt. Plasttrakt fanger nedbøren som samles i en plastflaske. Legg også merke til ringen øverst. Den er plassert slik for at fugler skal sette seg på ringen framfor kanten av samleren. Dette for å unngå fugleskit i prøven.

10.1 Nedbørmengde

Det regner generelt mer i Karpbukt enn på Svanvik. Karpbukt hadde mer enn dobbelt så mye nedbør som Svanvik vinterhalvåret 2011/12. Samlet falt det i 367 mm nedbør på Svanvik 1. april 2011 – 31. mars 2012, i Karpbukt var samlet nedbør 535 mm. Pasvikdalen er meget tørr, mindre enn 400 mm nedbør som årsnedbør er lite. Samtidig falt 3/4 av dette i sommerhalvåret/ vekstsesongen. Kombinert med mange lystimer (midnattsol fra 19. mai til slutten av juli) gjør dette at Pasvikdalen er grønn og frodig trass i lite totalnedbør.

Sammenliknet med sommeren 2010 var det omlag like mye nedbør på Svanvik i 2011. Vinteren 2011/12 hadde mindre nedbør enn foregående vintre. Dette gjorde også at det var lite snø på bakken. I Karpbukt var nedbøren tilnærmet lik foregående periode, både for sommeren 2011 og vinteren 2011/12.

Tabell 22: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde og -elementer i nedbør på Svanvik i periodene april-september 2011 og oktober 2011–mars 2012.

Måned	Nedbør- mengde mm	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Al µg/l
April	29,0	0,91	0,14	9,80	13,69	1,02	37,64	0,45	0,29	0,77	25,20
Mai	38,7	1,36	1,17	5,47	31,51	1,19	63,37	1,01	0,39	0,58	50,47
Juni	24,8	0,96	0,11	4,52	34,18	1,46	53,93	0,98	0,33	0,40	50,87
Juli	123,2	0,47	0,03	2,18	10,84	0,80	13,62	0,37	0,16	0,15	13,06
August	44,8	1,18	0,11	5,98	21,63	1,36	30,42	0,74	0,22	0,23	27,46
September	14,6	2,15	0,12	7,13	45,48	2,54	72,01	1,53	3,84	0,44	37,26
April - sept. 2011	275,2	0,89	0,23	4,53	19,75	1,12	32,61	0,65	0,42	0,32	26,64
Oktober	55,8	0,37	0,04	1,55	7,08	0,59	14,05	0,24	0,10	0,15	14,19
November	14,0	0,74	0,08	2,68	22,23	1,40	36,05	0,70	0,21	0,31	13,06
Desember	14,5	1,78	0,16	2,68	16,55	2,20	51,69	0,54	0,19	0,88	7,87
Januar	1,6	3,53	0,32	9,27	81,17	7,63	246,20	2,62	1,57	2,54	900,60
Februar	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	6,0	0,40	0,04	5,59	11,53	0,81	20,66	0,35	0,18	0,32	46,86
Okt. 2011 - mars 2012	91,9	0,69	0,07	2,27	12,19	1,08	26,98	0,40	0,16	0,33	27,61

10.2 Konsentrasjon i nedbør

På Svanvik ble det målt høyere konsentrasjoner av tungmetaller i sommerhalvåret 2011 enn sommeren 2010. Unntaket var Pb, Zn og Cr som er tilnærmet uforandret og V som gikk ned. Konsentrasjonene av Cd og Cu ble tredoblet fra sommeren 2010. For vinterhalvåret 2011/12 gikk konsentrasjonene av fem metaller opp sammenlignet med vinteren før (Pb, Zn, As, Cu og Al). Cd var tilnærmet uforandret, mens Ni, Co, Cr og V gikk ned. Igjen ble konsentrasjonen av Cu tredoblet, mens Ni gikk ned med 70% og V med 75%. I tillegg bør Cr spesielt fremheves, konsentrasjonen gikk ned fra 8,29 µg/l vinteren 2010/11 til 0,16 µg/l denne vinteren, en nedgang på 98%.

Som tidligere nevnt regnes tungmetallene Ni, Cu, Co og As som sporelementer fra de russiske nikkilverkene. Hvis man ser spesielt på disse fire sporelementene målt på Svanvik gikk konsentrasjonen i nedbør opp fra sommerhalvåret 2010 til sommerhalvåret 2011. For vinterhalvåret 2011/12 sammenlignet med foregående vinter var det nedgang for Ni og Co, mens As og Cu økte (Cu ble tredoblet). Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på denne forskjellen siden alle fire regnes som spormetaller fra smelteverkene. En mulighet er at det er brukt noe forskjellig sammensetning av malm i nikkelproduksjonen eller at produksjonsmetodene varierer, men dette er kun hypoteser. Mønsteret for konsentrasjoner av metaller i nedbør er også forskjellig fra mønsteret for konsentrasjoner av metaller i luft (kap. 9), uten at dette er analysert i detalj. Merk også at det er stor variasjon fra måned til måned, og fra år til år, i de målte konsentrasjoner i nedbør.

I tillegg til utvasking med nedbør må en også regne med at noe kommer ned i prøvetakerne (flasker med trakt) ved tørravsetning, dvs. at støvpartikler inneholdende tungmetaller daler ned i trakten/flasken.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på 5 norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Tungmetallene Ni, As, Cu, Co, Cr og V analyseres nå bare på Birkenes og på Svanvik. Utenom Pb, Zn og V er det betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik enn på de andre stasjonene (Aas et al., 2012).

Tabell 23: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpbuk i periodene april-september 2011 og oktober 2011-mars 2012.

Måned	Nedbør-	Lednings-	pH	SO4	NH4	NO3	Na	Mg	Cl	Ca	K
	mengde	evne		mg	mg	mg	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	mm	µs/cm		S/l	mg N/l	mg N/l					
April	42,3	16,39	4,87	0,36	0,22	0,17	1,01	0,13	1,79	0,22	0,09
Mai	40,1	28,06	4,49	0,74	0,27	0,18	1,54	0,20	2,50	0,18	0,11
Juni	70,4	15,65	4,67	0,49	0,18	0,12	0,42	0,07	0,65	0,12	0,08
Juli	104,6	17,02	4,76	0,36	0,11	0,10	0,86	0,13	1,48	0,08	0,18
August	49,0	19,41	4,58	0,66	0,14	0,08	0,48	0,07	0,76	0,10	0,14
September	13,1	24,68	5,02	0,90	0,90	0,16	1,25	0,23	2,00	0,32	0,47
April - sept. 2011	319,4	18,70	4,69	0,50	0,20	0,12	0,82	0,12	1,38	0,13	0,14
Oktober	79,4	14,26	4,98	0,24	0,11	0,06	1,09	0,14	2,01	0,09	0,11
November	53,3	20,02	4,96	0,15	0,08	0,07	1,97	0,26	3,56	0,12	0,09
Desember	31,1	15,73	4,90	0,22	0,12	0,14	1,12	0,16	1,98	0,08	0,05
Januar	19,3	12,09	5,00	0,23	0,07	0,12	0,71	0,10	1,27	0,06	0,04
Februar	13,0	9,51	4,91	0,17	0,10	0,21	0,29	0,05	0,46	0,06	0,01
Mars	19,4	23,19	5,16	0,18	0,16	0,08	2,41	0,32	4,26	0,16	0,09
Okt. 2011 - mars 2012	215,4	16,22	4,97	0,21	0,10	0,09	1,35	0,18	2,43	0,10	0,08

Hovedkomponenter som måles i Karpbuk er stoffer som mer eller mindre naturlig finnes i nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. Merk at konsentrasjonene av hovedkomponenter er på mg-nivå (1/1 000 gram), mens tungmetaller er på µg-nivå (1/1 000 000 gram). pH i nedbør i Karpbuk er rundt og noe under 5. Nivået av SO₄²⁻ er på linje med andre norske stasjoner (Aas et al.,

2012). Ellers er det endel Na og Cl i nedbøren, også kalt bordsalt når det kombineres. Dette skyldes selvfølgelig at Karpbukt ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt.

For utdypende sammenligning med måleresultater fra andre stasjoner i Norge og historikk henvises det til Aas et al. (2012).

10.3 Våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 2011 og vinterhalvåret 2011/12. Avsetningstallene (enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^2$ eller mg/m^2) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: $\mu\text{g}/\text{liter}$ eller mg/liter) multipliseres med nedbøren (1mm nedbør tilsvarer $1 \text{ liter}/\text{m}^2$) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2011 og vinterhalvåret 2011/12. Resultatene er vist i Tabell 24 til Tabell 27 sammen med avsetningstall for tidligere år.

Tabell 24: Avsetning av elementer med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2011.

Stasjon	Sommerhalvår	H ⁺ $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$	Total SO ₄ $\text{mg S}/\text{m}^2$	Sjøsalt korr. SO ₄ $\text{mg S}/\text{m}^2$	NH ₄ $\text{mg N}/\text{m}^2$	NO ₃ $\text{mg N}/\text{m}^2$	Na mg/m^2	Mg mg/m^2	Cl mg/m^2	Ca mg/m^2	K mg/m^2
Karpdalen	1991		363		54	36	440	62	730	31	38
	1992		410		132	61	440	54	760	73	83
	1993		333		64	48	759	85	1233	65	58
	1994		218	198	56	65	247	32	417	32	25
	1995	7568	177	167	47	34	124	23	192	40	12
	1996	6009	170	143	46	32	317	40	498	50	34
	1997	5320	114	106	23	18	105	15	169	21	11
Karpbukt	1999	5890	152	134	57	41	219	27	384	30	43
	2000	5993	134	118	36	27	190	26	354	26	17
	2001	6210	203	175	57	38	333	44	592	52	35
	2002	4044	150	118	41	28	382	55	684	76	46
	2003	7512	129	101	48	33	336	47	575	52	35
	2004	5808	182	158	25	35	286	41	460	61	42
	2005	5689	219	191	86	40	378	43	555	51	53
	2006	6427	162	149	34	44	159	23	274	29	24
	2007	3878	259	215	75	39	533	74	909	71	49
	2008	4597	155	158	29	33	399	57	605	48	31
	2009	5423	213	182	33	48	369	46	689	38	51
	2010	5822	154	134	32	29	234	29	268	37	27
	2011	6567	183	161	63	39	263	39	440	43	46
Svanvik	1989		315		40	48	261	48	405	74	22
	1990		145		23	39	212	31	416	30	25
	1991		160		37	21	76	15	160	<25	<25
	1992		210		61	36	110	16	180	<34	<34
	1993		198		72	33	173	30	286	44	22
	1994		213	202	119	49	107	28	162	40	42
	1995	6712	181	176	50	27	63	19	99	31	25
	1996	4649	120	112	38	22	93	23	154	43	13
	1997	3312	102	98	51	20	48	10	77	24	14
	1998	5170	137	126	50	23	131	25	248	28	16
	1999	4793	117	110	46	35	83	18	150	25	24
	2000	7337	189	181	74	43	90	17	146	31	26
	2001	3625	205	198	75	32	83	21	143	43	26
	2002	3405	164	153	90	28	129	23	192	44	34
	2003	2943	109	98	58	30	124	21	204	34	25

Tabell 25: Avsetning av metaller med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2011.

Stasjon	Sommer- halvår	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V	Al
		mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
Karpdalen	1991	0,31	0,12	1,30	1,60	0,13	1,60	0,06	0,19		
	1992	0,54	<0,03	1,50	1,30	0,24	1,50	<0,04			
	1993	0,29	0,01	0,91	0,92	0,13	1,01	0,04	0,27		
	1994	0,36	0,02	1,37	2,99	0,27	2,46	0,11	0,16		
	1995	0,37	0,01	0,78	3,10	0,22	1,75	0,12	0,11		
Svanvik	1989	0,64	0,06	1,86	6,82	0,62	6,43	0,19	0,23		
	1990	0,43	0,05	1,67	3,24	0,47	3,68	0,11	0,14		
	1991	0,29	<0,02	0,87	2,80	0,27	2,40	0,07			
	1992	0,35	<0,03	0,97	2,90	0,40	4,20	0,08	<0,17		
	1993	0,27	0,02	0,60	3,10	0,32	3,70	0,12	0,14		
	1994	0,46	0,02	1,66	4,63	0,47	4,14	0,14	0,11		
	1995	0,51	0,03	1,58	4,93	0,45	4,23	0,17	0,12		
	1996	0,21	0,01	0,77	5,31	0,30	4,98	0,17	0,11		
	1997	0,20	0,02	0,65	3,34	0,36	3,89	0,11	0,05		
	1998	0,27	0,02	0,96	4,67	0,45	5,13	0,14	0,08		
	1999	0,26	0,02	2,72	3,24	0,47	4,04	0,11	0,09		
	2000	0,51	0,03	1,54	4,86	0,52	5,08	0,15	0,06		
	2001	0,61	0,04	2,20	5,14	0,57	4,58	0,16	0,10		
	2002	0,33	0,01	1,85	3,43	0,36	3,34	0,10	0,05		
	2003	0,64	0,02	1,71	2,63	0,18	2,77	0,09	0,07		
	2004	0,38	0,02	1,60	11,20	0,26	8,81	0,29	0,13		
	2005	0,63	0,05	1,33	21,36	0,64	21,59	0,62	0,16		
	2006	0,33	0,04	3,07	9,87	0,42	11,95	0,32	0,09		
	2007	0,42	0,08	0,98	15,33	0,60	13,22	0,39	0,21		
	2008	0,13	0,02	0,61	5,35	0,19	3,74	0,16	0,10		
	2009	0,44	0,04	0,93	12,27	0,63	9,19	0,33	0,25	0,14	3,73
2010	0,23	0,02	1,16	3,23	0,17	2,89	0,11	0,11	0,12	4,57	
2011	0,25	0,06	1,25	5,43	0,31	8,97	0,18	0,12	0,09	7,33	

Tabell 26: Avsetning av elementer med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2011/12.

Stasjon	Vinter- halvår	H ⁺	Total SO ₄	Sjøsalt korr. SO ₄	NH ₄	NO ₃	Na	Mg	Cl	Ca	K
		µekv/m ²	mg S/m ²	mg S/m ²	mg N/m ²	mg N/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
Karpdalen	1991/92		173		33	36	530	64	990	49	56
	1992/93		143		31	34	814	95	1370	58	81
	1993/94	2675	96	59	25	40	443	53	814	30	42
	1994/95	3298	88	62	18	37	321	42	578	26	25
	1995/96	3812	148	71	29	35	940	120	1593	106	53
	1996/97	5061	136	88	24	28	578	71	1184	35	35
	1997/98	3410	120	75	19	25	535	67	968	34	33
Karpbukt	1998/99	3810	75	53	13	22	268	35	495	17	14
	1999/00	5041	138	81	19	31	683	81	1231	40	29
	2000/01	4401	103	65	10	23	457	55	850	24	20
	2001/02	3600	131	65	8	19	783	94	1411	36	29
	2002/03	4430	219	79	28	18	1682	208	3276	79	67
	2003/04	3232	124	58	19	24	793	102	1393	45	29
	2004/05	2411	112	42	6	17	876	102	1473	59	32
	2005/06	3944	162	78	43	37	998	121	1867	49	43
	2006/07	2598	87	45	16	22	501	70	865	31	22
	2007/08	3505	115	58	26	32	673	87	1259	38	29
	2008/09	1841	103	49	28	18	641	84	1040	46	33
	2009/10	2159	80	48	10	18	375	47	807	19	17
	2010/11	2815	94	39	11	17	801	82	1505	29	32
	2011/12	2298	68	44	22	19	290	38	523	21	17
Svanvik	1988/89		56		16	19	294	37	504	33	14
	1989/90		67		13	26	156	26	360	17	12
	1990/91		39		11	18	113	16	205	9	9
	1991/92		87		36	35	210	27	410	17	17
	1992/93		49		23	19	208	26	374	19	11
	1993/94	2168	50	39	24	30	133	17	256	14	7
	1994/95	1603	46	37	22	21	109	15	195	12	9
	1995/96	2694	79	56	29	15	283	39	508	20	15
	1996/97	2093	66	48	38	36	212	39	438	39	15
	1997/98	1031	61	39	33	20	265	33	484	31	24
	1998/99	1332	54	48	41	22	76	12	144	10	8
	1999/00	1932	74	56	37	24	216	26	406	18	12
	2000/01	1484	57	44	37	21	157	20	275	11	11
	2001/02	1365	66	41	42	17	298	37	533	21	18
	2002/03	891	77	26	29	12	604	71	1106	37	29
2003/04	642	34	15	32	12	218	31	350	22	14	

Tabell 27: Avsetning av metaller med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2011/12.

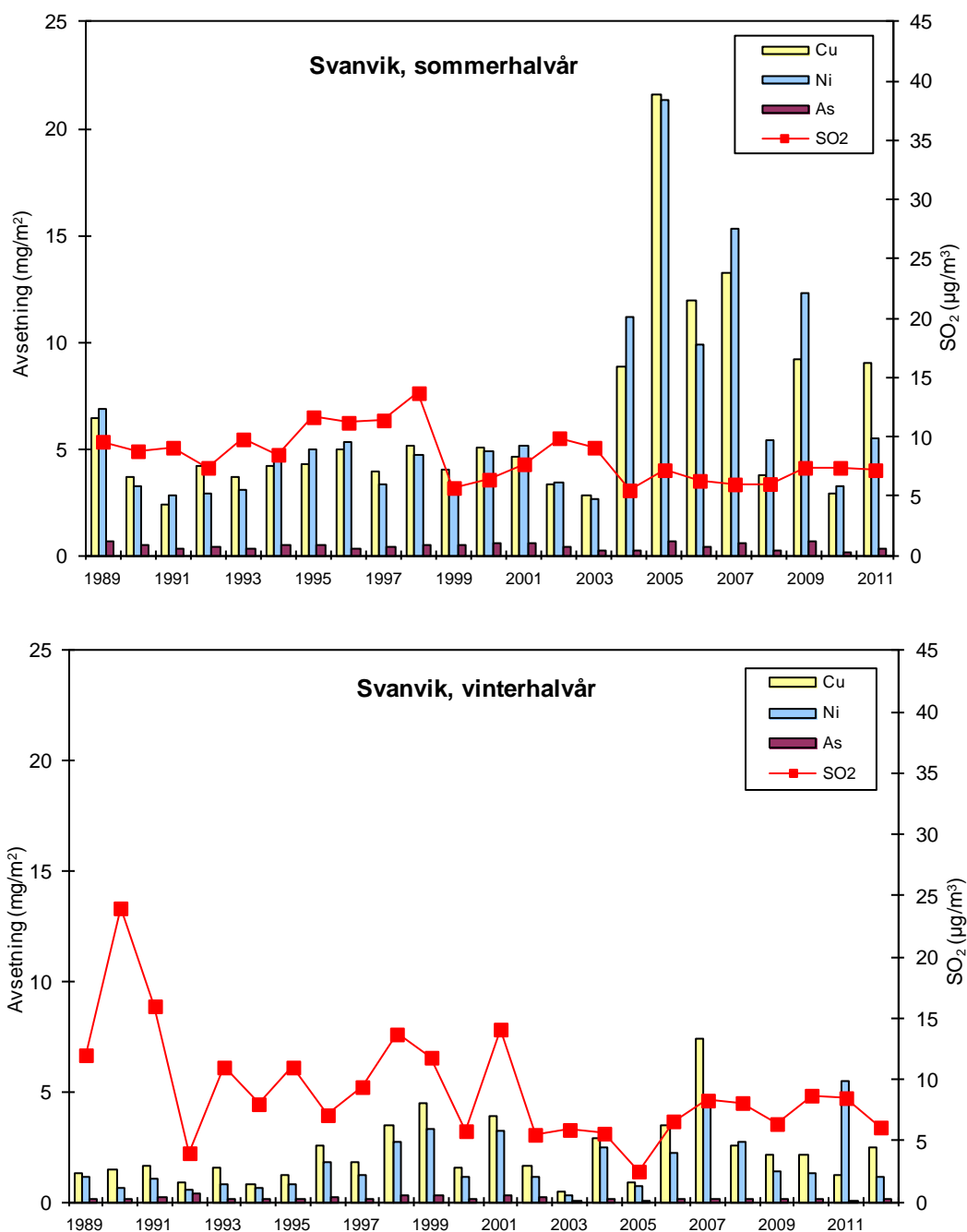
Stasjon	Vinterhalvår	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V	Al
		mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
Karpdalen	1991/92	0,51	0,02	0,87	0,47	0,13	0,72	0,01	0,27		
	1992/93	0,29	0,01	1,27	0,62	0,09	1,29	0,02	0,27		
	1993/94	0,15	0,01	0,75	0,41	0,08	0,69	0,02	0,19		
	1994/95	0,19	0,01	0,66	0,78	0,08	1,06	0,03	0,04		
Svanvik	1988/89	0,38	0,02	1,05	1,13	0,14	1,32				
	1989/90	0,14	0,02	0,61	0,64	0,16	1,43	0,02	0,05		
	1990/91	0,18	0,02	0,62	1,02	0,18	1,67	0,04	0,02		
	1991/92	0,17	0,01	0,36	0,52	0,36	0,88	0,01	0,09		
	1992/93	0,09	0,03	0,53	0,78	0,11	1,51	0,03	0,80		
	1993/94	0,09	0,01	0,23	0,62	0,10	0,80	0,02	0,08		
	1994/95	0,14	0,01	0,32	0,80	0,10	1,21	0,02	0,02		
	1995/96	0,14	0,02	0,51	1,76	0,25	2,52	0,06	0,03		
	1996/97	0,12	0,02	0,48	1,21	0,11	1,82	0,04	0,02		
	1997/98	0,36	0,01	0,48	2,69	0,27	3,50	0,08	0,04		
	1998/99	0,12	0,02	0,72	3,33	0,30	4,45	0,10	0,07		
	1999/00	0,13	0,01	0,89	1,12	0,12	1,52	0,04	0,04		
	2000/01	0,35	0,02	0,63	3,23	0,30	3,92	0,10	0,04		
	2001/02	0,27	0,02	0,76	1,12	0,17	1,61	0,03	0,02		
	2002/03	0,57	0,01	0,66	0,28	0,05	0,44	0,01	0,02		
	2003/04	0,19	0,01	0,74	2,50	0,15	2,91	0,07	0,04		
	2004/05	0,05	0,00	0,35	0,71	0,02	0,87	0,02	0,02		
	2005/06	0,17	0,02	0,98	2,18	0,09	3,44	0,06	0,04		
	2006/07	0,15	0,02	0,54	4,53	0,16	7,40	0,17	0,04		
	2007/08	0,07	0,01	0,82	2,73	0,13	2,53	0,07	0,03		
2008/09	0,08	0,03	0,48	1,40	0,12	2,13	0,05	0,02			
2009/10	0,10	0,01	0,31	1,33	0,10	2,14	0,05	0,02	0,05	0,76	
2010/11	0,07	0,01	0,48	5,50	0,06	1,20	0,08	1,10	0,16	7,47	
2011/12	0,06	0,01	0,21	1,12	0,10	2,48	0,04	0,01	0,03	2,54	

Avsetningen i nedbør av Cu, Ni og As på Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 2011 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2011/12 er vist i Figur 24 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO₂. Avsetningen av Ni, As, Cu og Co sommeren 2011 var høyere enn sommeren 2010 (se tallene i Tabell 24). Vinterhalvåret 2010/11 var avsetningen lavere for Ni og Co og høyere for As og Cu enn vinteren før.

Avsetningen av nikkel på Svanvik sommeren 2011 (5,43 mg/m²) og vinteren 2010/11 (1,12 mg/m²) er nær tålegrense for nikkel i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m² år) for Øst-Finnmark. Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds et al., 2006, se også kap. 6). For ytterligere diskusjon om vannkvalitet henvises til annen rapport under overvåkingsprogrammet (Schartau et al., 2011).

Figur 24 viser at avsetningen av disse tungmetallene vanligvis er langt høyere om sommeren enn om vinteren. Dette skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyest i sommerhalvåret (se vindrose Figur 6). Som tidligere nevnt er det nå kontinuerlige målinger av tungmetaller i svevestøv både på Svanvik og i Karpdalen (kap 9). Dette vil i sum gi et godt bilde av spredningen av tungmetaller fra smelteverkene og sesongvariasjonen av disse.

Merk også den markerte økningen i Ni og Cu sommeren 2004. Den økte avsetningen er også observert på andre målestasjoner, for eksempel i Nord-Finland (Stebel et al., 2007). Økningen gjenspeiles også i konsentrasjonene i vann og innsjøer i grenseområdene (Schartau et al., 2011). Det er ikke funnet noen fullgod forklaring på dette. Økning i tungmetaller i nedbør var også foranledning til at det ble bevilget midler til målinger av tungmetaller i luft på Svanvik i 2008 og i Karpdalen i 2011.



Figur 24: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m^2) i sommerhalvårene fra 1989 til 2011 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2011/12. Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO_2 er også vist ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

11. Referanser og annet relevant stoff om forurensning i grenseområdene mellom Norge og Russland

11.1 Internettsteder

Her er det listet opp endel hjemmesider som er relevante for dette overvåkingsprosjektet (oppdatert pr mai 2012).

Klima- og forurensningsdirektoratet:
www.klif.no

Miljøverndepartementet:
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md.html?id=668>

Norsk institutt for luftforskning:
www.nilu.no

luftkvalitet.info der SO₂ på Svanvik og i Karpdalen vises i nær sanntid:

<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx>

<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx?type=Area&id={a7a5388b-2cae-4c04-8f8e-d39463e64974}>

<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx?type=Area&id={9e567f24-0ccb-42af-95d4-e88dea291924}>

Miljøstatus i Finnmark:
http://finnmark.miljostatus.no/msf_frontpage.aspx?m=1072
http://finnmark.miljostatus.no/msf_themepage.aspx?m=1239

Fylkesmannen i Finnmark - Miljøvernavdelingas rapportserie:
<http://fylkesmannen.no/liste.aspx?m=1935&amid=1001566>

Nasjonalparksamarbeidet i Pasvik:
<http://www.pasvik-inari.net/>

Pasvik Zapovednik (russisk nasjonalpark)
<http://www.pasvik51.ru>

Pasvikprogrammet:
<http://www.pasvikmonitoring.org/>

Statens strålevern:
<http://www.nrpa.no/>

Bioforsk Svanhøvd:
http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/bioforsk/forskningscenter/senter/avdeling?p_dimension_id=15009
<http://www.svanhovd.no/>

Barentssekretariatet:
<http://www.barents.no/>

Barentsobserver (nettavis med mye relevant stoff om grenseområdene)

<http://www.barentsobserver.com/>

Miljøvernorganisasjoner:

<http://naturvernforbundet.no/>

<http://naturvernforbundet.no/finnmark/>

<http://www.bellona.no/>

<http://www.nu.no>

Norilsk-Nickel:

<http://www.nornik.ru/en/>

Finske meteorologiske institutt

<http://ilmatieteenlaitos.fi/>

<http://sv.ilmatieteenlaitos.fi/> (svensk versjon)

Luftkvalitet nu (Finland):

<http://www.ilmanlaatu.fi/>

<http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php>

SO₂-målinger i finsk Lappland:

<http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php?as=41&rs=Valitse+kunta&ss=Valitse+mittauspaikka&p=sulphurdioxide&pv=01.05.2011&h=10&et=map&ls=ruotsi>

Russiske måleresultater

<http://www.kolgimet.ru/monitoring/avarianikel.htm>

11.2 Litteratur

- L.O. Hagen og medforfattere har skrevet tilsammen 22 halvårs- og årsrapporter for dette prosjektet fra 1991 og fram til 2006. Av disse er kun den siste tatt med i referanselisten.
- AMAP (2005) AMAP Assessment 2002: Heavy Metals in the Arctic. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
- Amundsen, P.-A., Kashulin, N.A., Terentjev, P. Gjelland, K.Ø., Koroleva, I.M., Dauvalter, V.A., Sandimirov, S. Kashulin, A. and Knudsen, R. (2011) Heavy metal contents in whitefish (*Coregonus lavaretus*) along a pollution gradient in a subarctic watercourse. *Environ. Monit Assess.*, 182, 301-316, doi 10.1007/s10661-011-1877-1.
- Baklanov, A. (1994) Monitoring and modelling of SO₂ and heavy metals in the atmosphere of the Kola peninsula in accordance with Russian-Norwegian programme on co-operation. Apatity. Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.
- Baklanov, A. and Rodyushkina, I.A. (1996) Investigation of local transport of pollutants in the atmosphere of the Kola Subarctic (in Russian). Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.
- Bekkestad, T. og Berg, T. (1996) Tungmetallforurensning i grenseområdet Norge-Russland. Kjeller (NILU OR 70/96).
- Berglen, T.F., Sivertsen, B. og Arnesen, K. (2008) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2007-mars 2008. Kjeller (NILU OR 68/2008).
- Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Hansen, T., Ofstad, T., Rode, A., Sivertsen, B., Uggerud, H.T. og Vadset, M. (2009) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2008-mars 2009. Kjeller (NILU OR 27/2009).
- Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Kalvenes, Ø., Ofstad, T., Rode, A., Tønnesen, D., Uggerud, H.T. og Vadset, M. (2010) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2009-mars 2010. Kjeller (NILU OR 35/2010).
- Bjerke, J.W., Tømmervik, H., Finne, T.E., Jensen, H., Lukina, N. og Bakkestuen, V. (2006) Epiphytic lichen distribution and plant leaf heavy metal concentrations in Russian–Norwegian boreal forests influenced by air pollution from nickel-copper smelters. *Boreal Environ. Res.*, 11, 441-450.
- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovudfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.
- Dauvalter, V.A., Kashulin, N.A., Sandimirov, S.S., Terentjev, P., Denisov, D. and Amundsen, P.-A. (2011) Chemical composition of lake sediments along a pollution gradient in a subarctic watercourse. *J. Environ. Sci. and Health, Part A*, 46, 1020-1033, doi: 10.1080/10934529.2011.584503.

European Commission (1996) Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. (Rammedirektivet). *Off. J. Eur. Communities*, L296, 21/11/1996, 0055-0063.

European Commission (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. *Off. J. Eur. Communities*, L163, 29/06/1999, 0041-0060.

EU (2005) Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. *Off. J. Eur. Union*, L 23, 3-16.

Fylkesmannen i Finnmark (2008) Pasviksprogrammet oppsummeringsrapport. Miljøtilstanden i grenseområdene mellom Norge, Finland og Russland

Hagen, L.O., Henriksen, J.F. og Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm (NILU OR 46/89).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm (NILU OR 17/90).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm (NILU OR 79/90).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm (NILU OR 32/91).

Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm (NILU OR 67/91).

Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Arnesen, K. (2006) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft og nedbørkvalitet, april 2005-mars 2006. Kjeller (NILU OR 69/2006).

Harmens, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiyaynak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Mankovská, B., Pesch, R., Rühling, A., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010) Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe. *Environ. Pollut.*, 158, 3144-3156.

Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. and Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Lillestrøm (NILU OR 54/92).

- Henriksen, J.F. and Mikhailov, A.A. (1997) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Part II. Kjeller (NILU OR 37/97).
- Høiskar, B.A.K. og Haugen, R. (2005) Nettverket for overvåking av radioaktivitet i luft i Norge. Årsrapport 2004. Kjeller (NILU OR 17/2005).
- Hønneland, G. og Rowe, L. (2008) Fra svarte skyer til helleristninger. Norsk-russisk miljøvernssamarbeid gjennom 20 år. Trondheim, Tapir akademisk forlag.
- Jacobsen, A.R. (2006) Nikkel, jern og blod. Krigen i Nord 1939-1945. Oslo, Aschehoug.
- Jæger, Ø. (2011) Landsomfattende mark- og grunnvannsnett – årsrapport 2010. Trondheim, Norges Geologiske undersøkelse (NGU Rapport 2011:028).
- Kashulin, N.A., Terentyev, P.M., Amundsen, P.-A., Dauvalter, V.A., Sandimirov, S.S. and Kashulin, A.N. (2011) Specific Features of Accumulation of Cu, Ni, Zn, Cd, and Hg in Two Whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) Morphs Inhabiting the Inari-Pasvik Lacustrine-Riverine System. *Aquat. Toxicol.*, 4, 383-392.
- Lappalainen, A., Tammi, J. and Puro-Tahvanainen, A. (2007) The effects of nickel smelters on water quality and littoral fish species composition in small water courses in the border area of Finland, Norway and Russia. *Boreal Environ. Res.*, 12, 455-466.
- Mc Innes, H., Sivertsen, B. og Arnesen, K. (2007) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2006-mars 2007. Kjeller (NILU OR 43/2007).
- Miljøverndepartementet (2004) Forskrift om begrensning av forurensing (forurensningsforskriften). Oslo (FOR 2004-06-01 nr 931).
URL: <http://www.lovdatab.no/cgi-wifit/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html>
- Myking, T., Aarrestad, P.A., Derome, J., Bakkestuen, V., Bjerke, J.W., Gytarsky, M., Isaeva, L., Karaban, R., Korotkov, V., Lindgren, M., Lindroos, A.-J., Røsberg, I., Salemaa, M., Tømmervik, H. and Vassilieva, N. (2009) Effects of air pollution from a nickel-copper industrial complex on boreal forest vegetation in the joint Russian-Norwegian-Finnish border area. *Boreal Environ. Res.*, 14, 279-296.
- Møller, B. og Dyve, J. E. (2011) Overvåking av radioaktivitet i omgivelsene 2010. Resultater fra Strålevernets RADNETT- og luftfilterstasjoner og fra Sivilforsvarets radiacmåletjeneste. Østerås, Statens strålevern (StrålevernRapport 2011:9).
- Norton, S.A., Henriksen, A., Appelby, P.G., Ludwig, L.L, Vereault, D.V. and Traaen, T.S. (1992) Trace metal pollution in Eastern Finnmark, Norway, as evidenced by studies of lake sediments. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 487/92).
- Odasz-Albrigtsen, A.M., Tømmervik, H., and Murphy, P. (2000) Decreased photosynthetic efficiency in plant species exposed to multiple airborne pollutants along the Russian-Norwegian Border. *Can. J. Bot.*, 78, 1021-1033.
- Puro-Tahvanainen, A., Zueva, M., Kashulin, N., Sandimirov, S., Christensen, G.N. and Grekelä, I. (2011) Pasvik water quality report. Environmental Monitoring Programme in

the Norwegian, Finnish and Russian Border Area. Rovaniemi, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (ELY Report 7/2011).

Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (Institutt for atomenergi. Work report A7).

Reinds, G.J., Groenenberg, J.E., W. de Vries, W. (2006) Critical loads of copper, nickel, zinc, arsenic, chromium and selenium for terrestrial ecosystems at a European scale. A preliminary assessment. Wageningen, Alterra (Alterra-rapport 1355).

Rognerud, S. (1990) Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 401/90).

Schartau, A.K., Fjellheim, A., Walseng, B., Skjelkvåle, B.L., Halvorsen, G.A., Scancke, L.B., Saksgård, R., Manø, S., Solberg, S., Jensen, T.C., Høgåsen, T., Hesthagen, T., Aas, W., Garmo (2011) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1094/2011, TA-2793/2011). (NIVA-rapport 6214-2011).

Schartau, A.K., Sjøeng, A.M.S., Fjellheim, A., Walseng, B., Skjelkvåle, B.L., Halvorsen, G., Raddum, G.G., Skancke, L.B., Saksgård, R., Solberg, S., Høgåsen, T., Hesthagen, T. og Aas, W. (2008) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. SPFO-rapport 1036/2008) (TA-2349/2008) (NIVA-rapport 5666-2008).

Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm (NILU OR 39/79).

Schjoldager, J., Semb, A., Hanssen, J.E., Bruteig, I.E. og Rambæk, J.P. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).

Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O. and Makarova, T. (1994) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary Report 1991-1993. Kjeller (NILU OR 56/94).

Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).

Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A.A. (1992) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).

Sivertsen, B. og Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm (NILU OR 75/91).

Sivertsen, T. (1991) Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Trondheim, Direktoratet for naturforvaltning. (Naturens tålegrenser. Fagrapport 22. DN-notat 1991-15).

- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- Statens forurensningstilsyn (2002) Air pollution effects in the Norwegian-Russian border area. A status report. Oslo (TA-1860/2002).
- Stebel, K., Christensen, G., Derome, J., and Grekelä, I. (eds) (2007) State of the environment in the Norwegian, Finnish, and Russian border area. Rovaniemi, Lappland Regional Environment Centre (The Finnish Environment, 6/2007).
- Steinnes, E., Berg, T. and Uggerud, H.T. (2011a) Three decades of atmospheric metal deposition in Norway as evident from analysis of moss samples. *Sci. Total Environ.*, 412-413, 351-358.
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T. og Pfaffhuber, K.A. (2011b) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2010 Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1109/2011. TA-2859/2011) (NILU OR, 60/2011).
- Traaen, T.S., Henriksen, A, Rognerud, S. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør- Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 481/92).
- Traaen, T.S. et al. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 511/93).
- Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).
- Tømmervik, H., Johansen, B.E. and Pedersen, J.P. (1995) Monitoring the effects on air pollution terrestrial ecosystems in Varanger (Norway) and Nikel-Pechenga (Russia) using remote sensing. *Sci. Total Environ.*, 160-161, 753-767.
- Tømmervik, H., Johansen, M.E., Pedersen, J.P. and Guneriussen, T. (1998) Integration of remote sensed and in-situ data in an analysis of the air pollution effects on terrestrial ecosystems in border areas between Norway and Russia (Russia). *Environ. Monit. Assess.*, 49, 51-85.
- Tømmervik, H., Høgda, K.A. and Solheim, I. (2003) Monitoring vegetation changes in Pasvik (Norway) and Pechenga in Kola Peninsula (Russia) using multi-temporal Landsat MSS/TM data. *Rem. Sens. Environ.*, 85, 370-388.
- World Health Organization (2006) WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a Working Group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005. København, WHO.

Wright, R.F. and Traaen, T.S. (1992) Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 486/92).

Aas, W., Solberg, S., Manø, S. og Yttri, K.E. (2011) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1099/2011. TA-2812/2011) (NILU OR 29/2011).

Aamlid, D. and Myking, T. (2010) Forest ecosystem monitoring in the Pasvik River valley and adjoining area. In: *John Derome (1947-2010) Memorial seminar, Rovaniemi 2010*. Vantaa, Finnish Forest Research Institute (Working papers, 180). pp. 19-20.

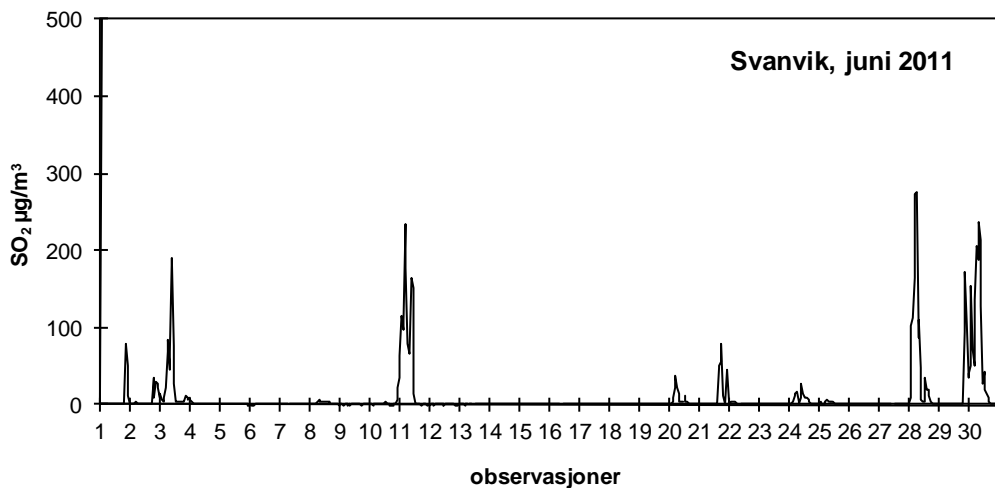
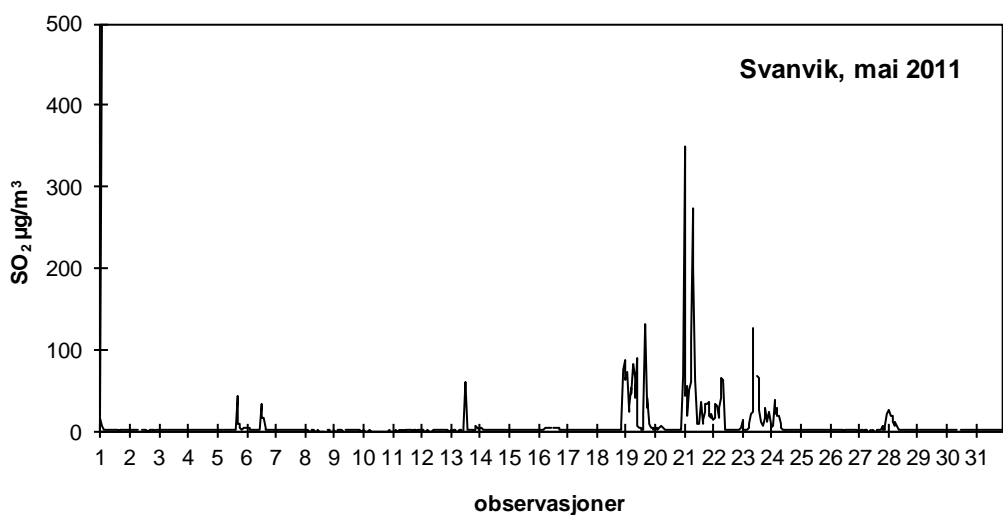
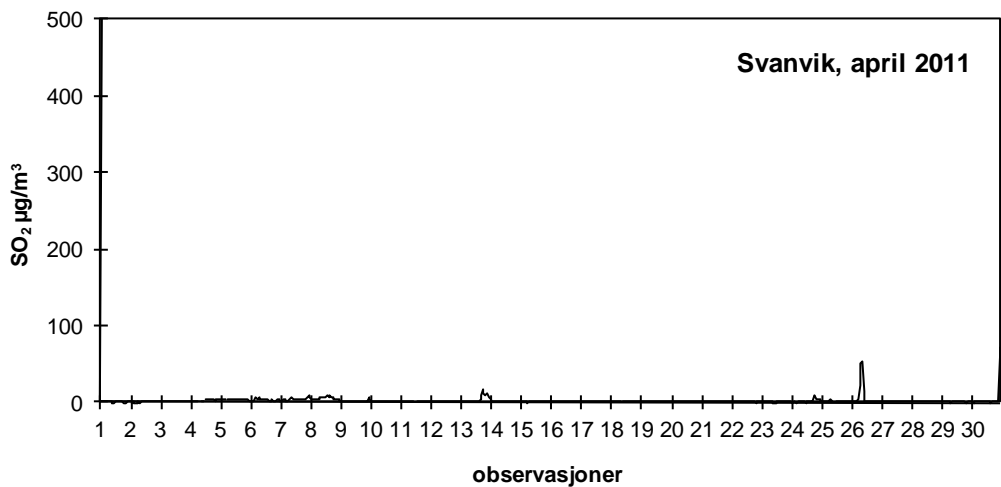
URL: www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp180.pdf

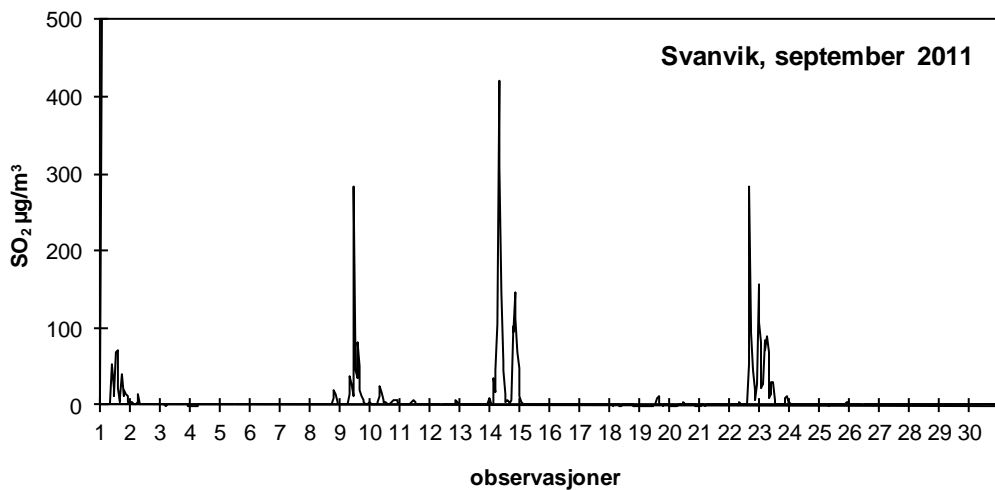
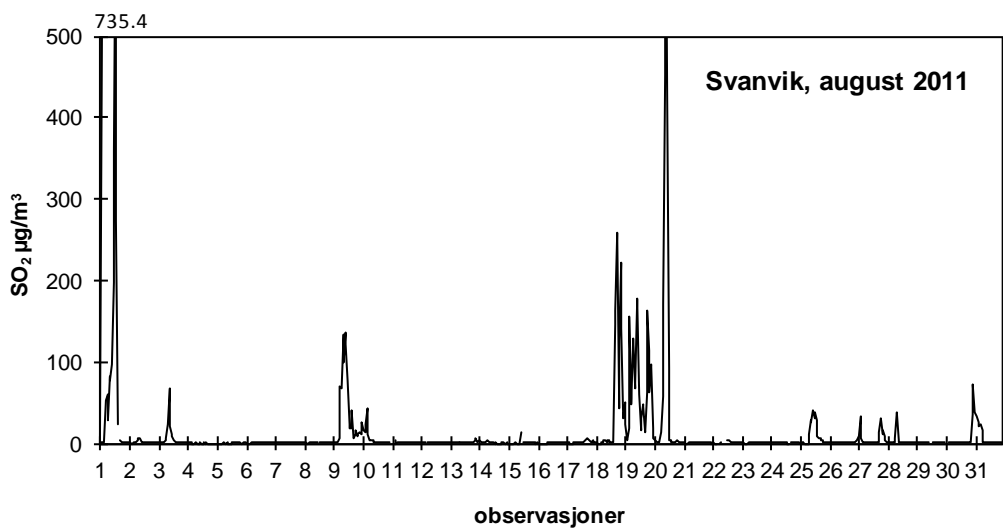
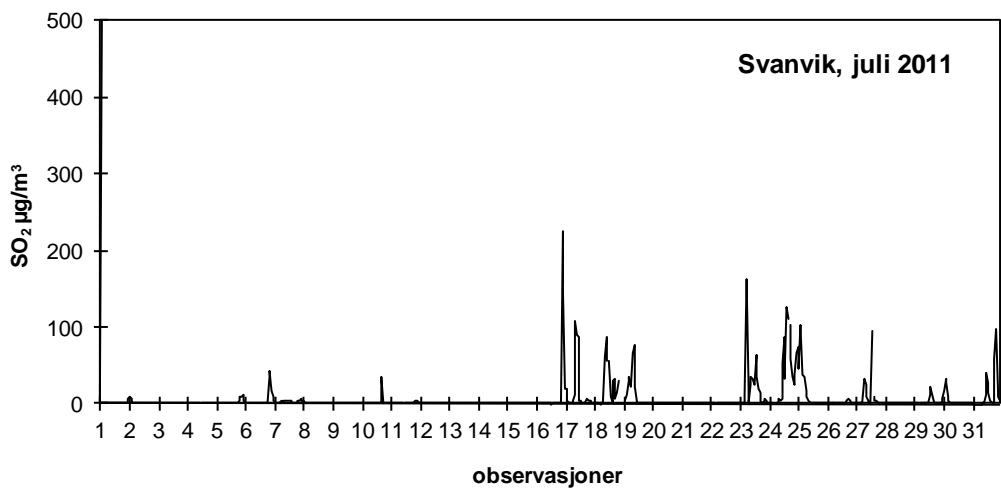
Aamlid, D. and Skogheim, I. (2001) The occurrence of *Hypogymnia physodes* and *Melanelia olivacea* lichens on birch stems in northern boreal forest influenced by local air pollution. *Nor. Geogr. Tidsskr.*, 55, 94-98.

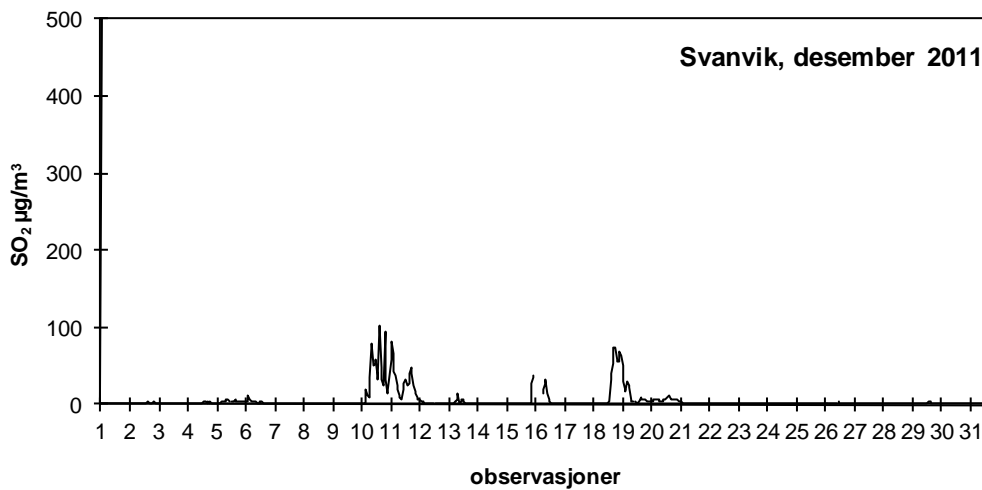
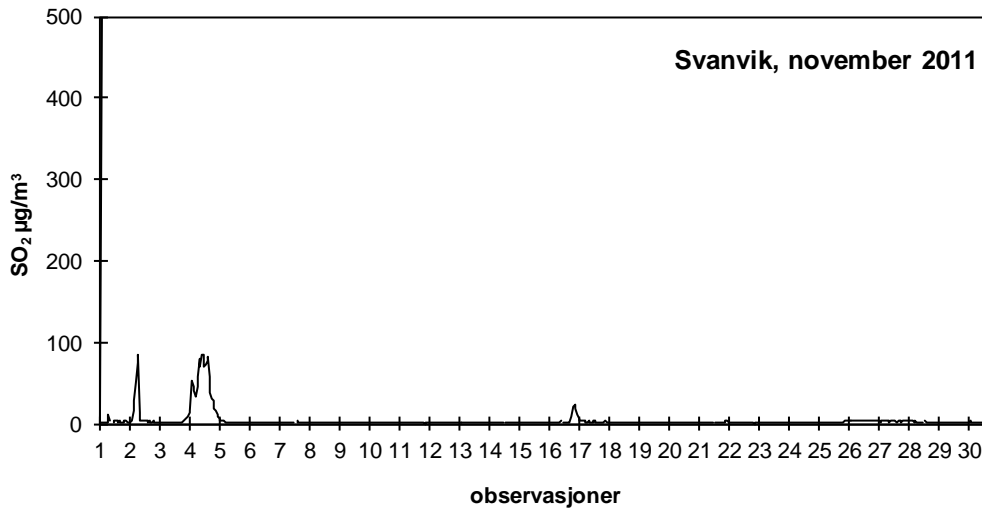
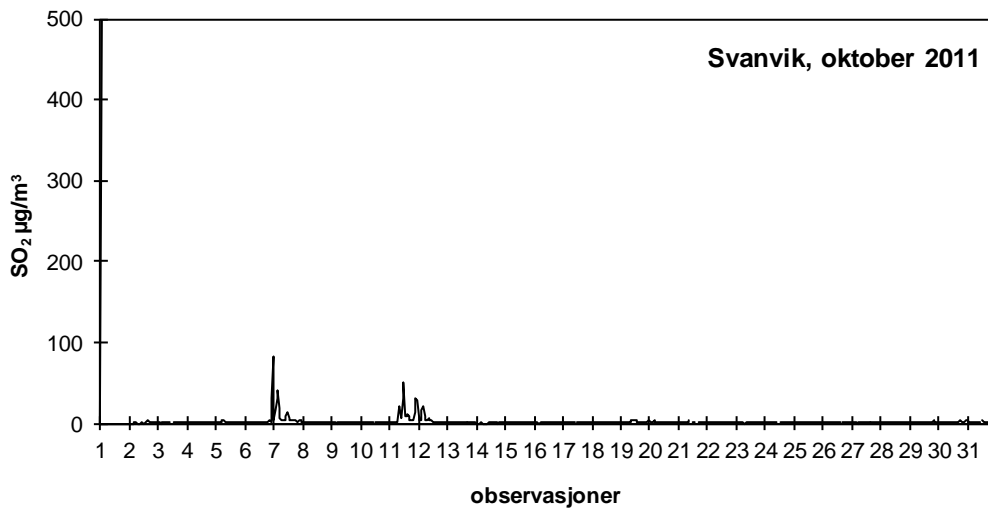
Vedlegg A

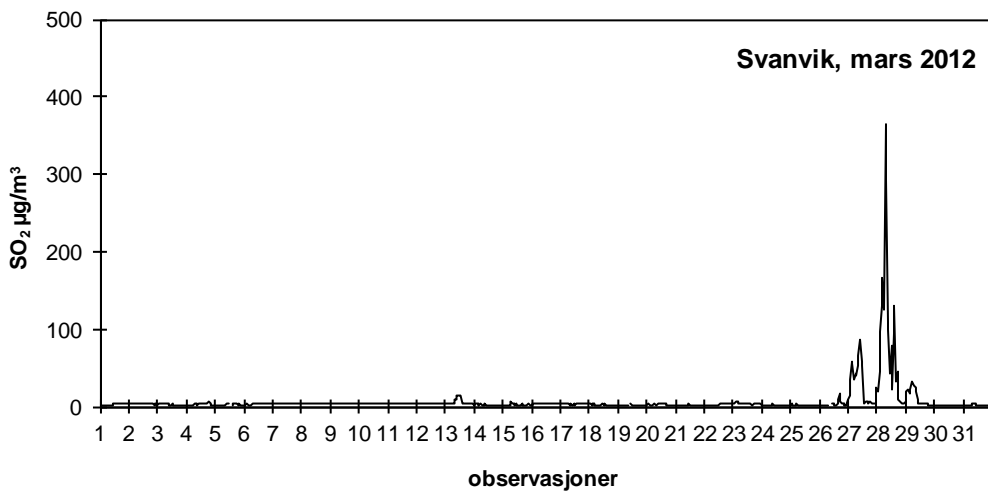
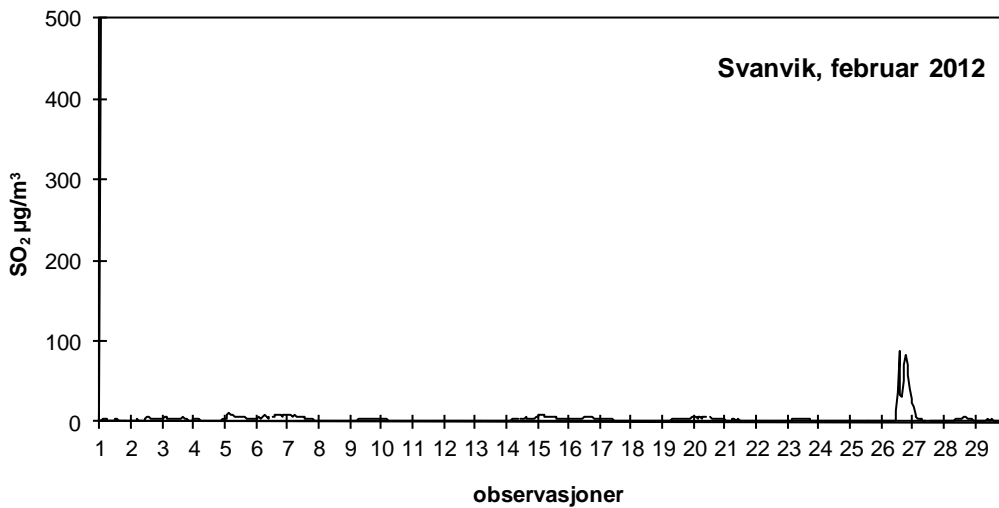
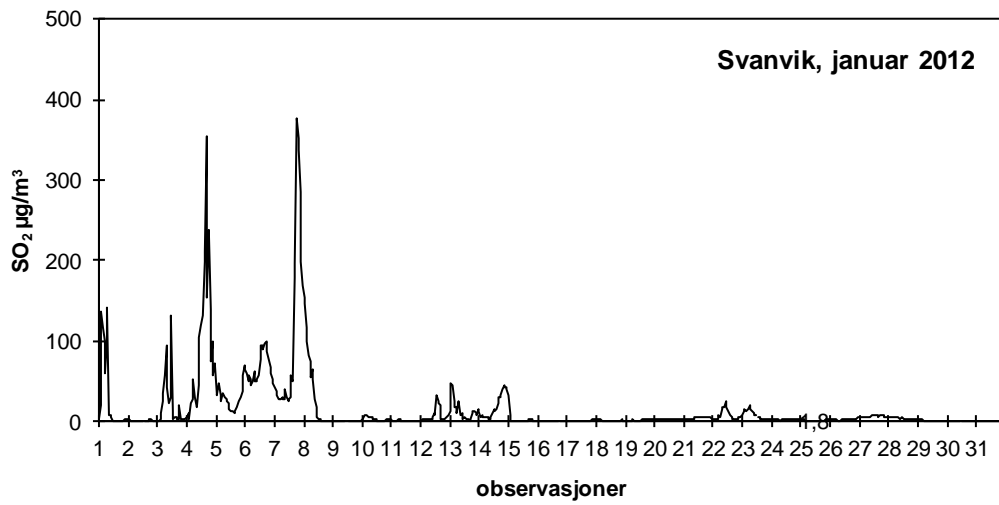
Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 2011-mars 2012

Merk at skalaen er forskjellig for Svanvik og Karpdalen (hhv. 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

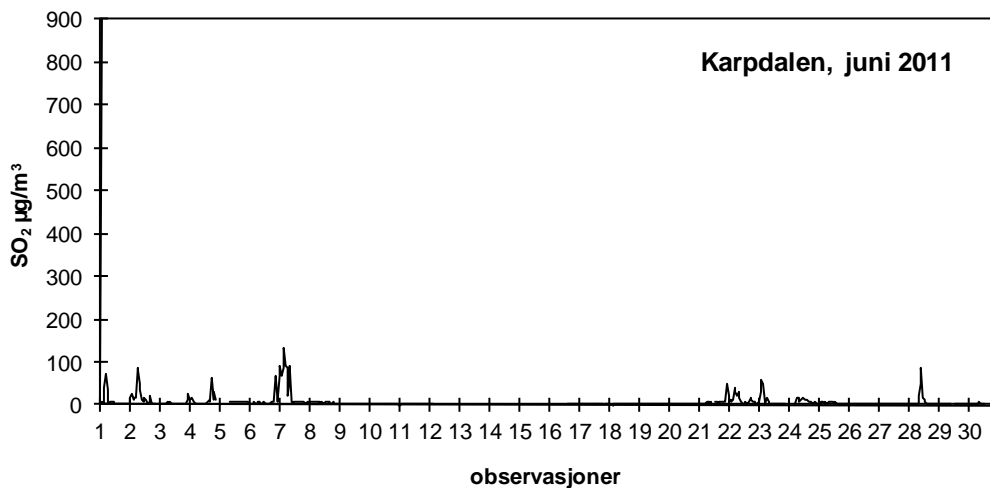
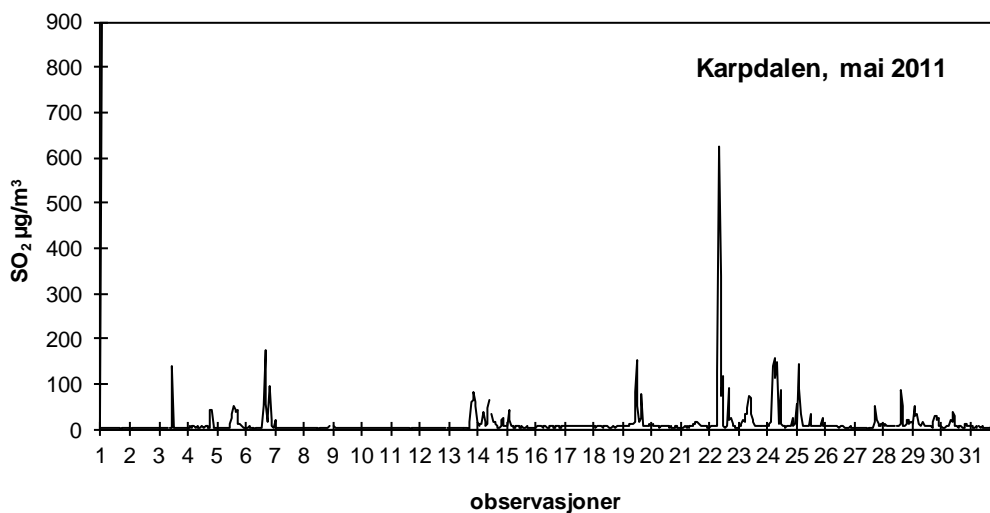
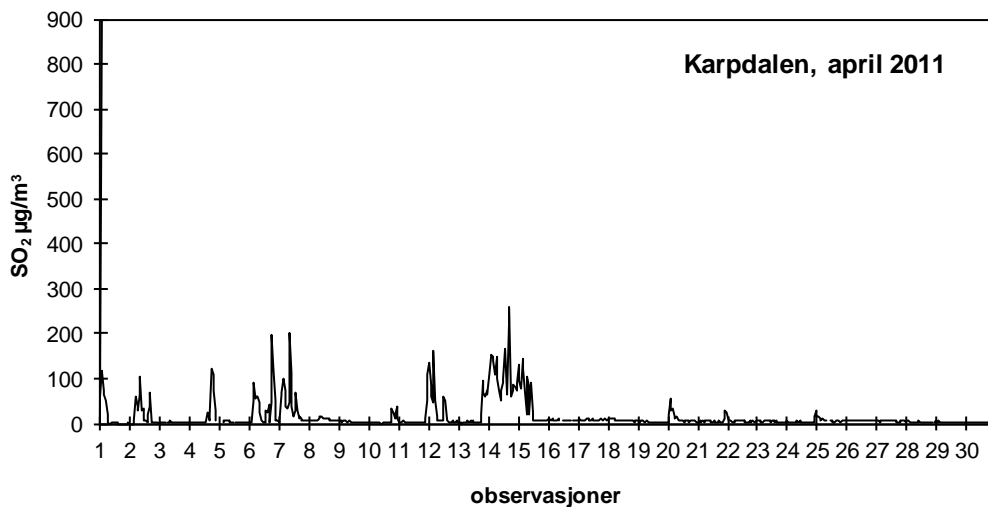


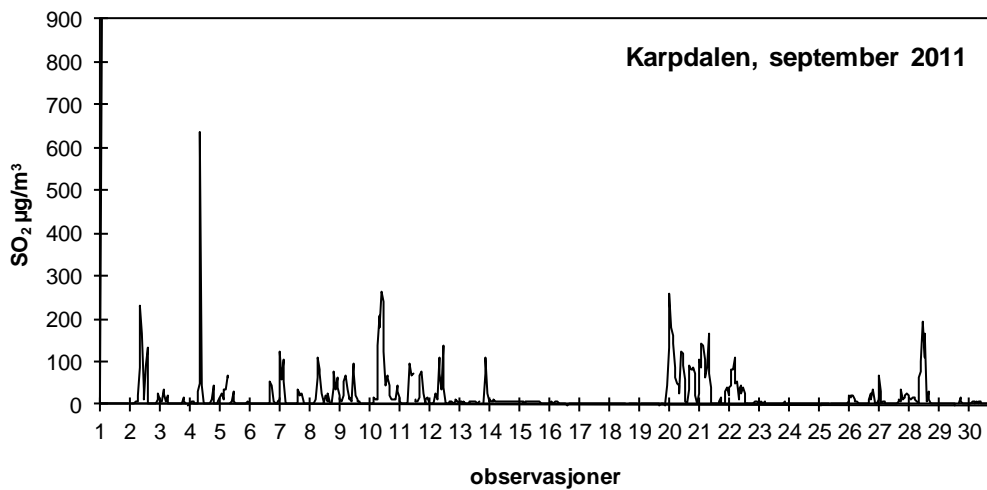
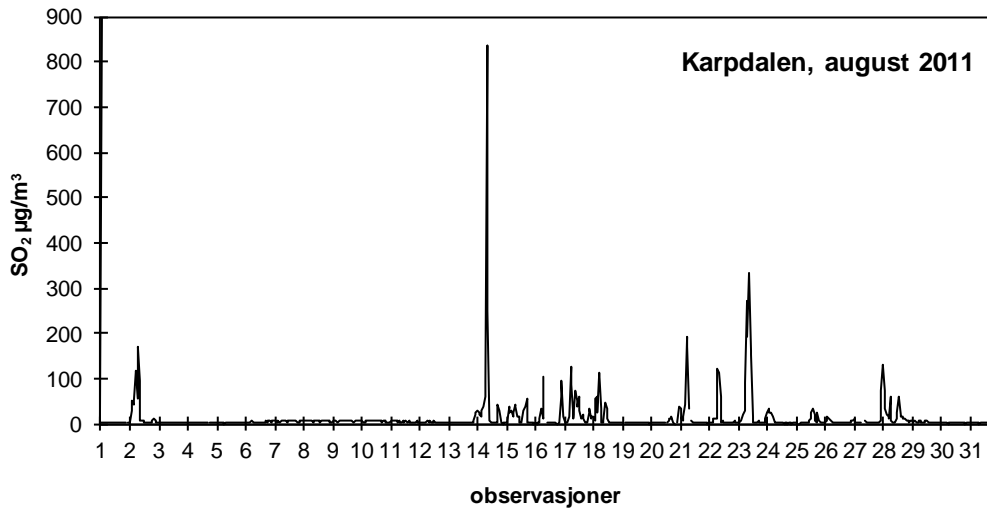
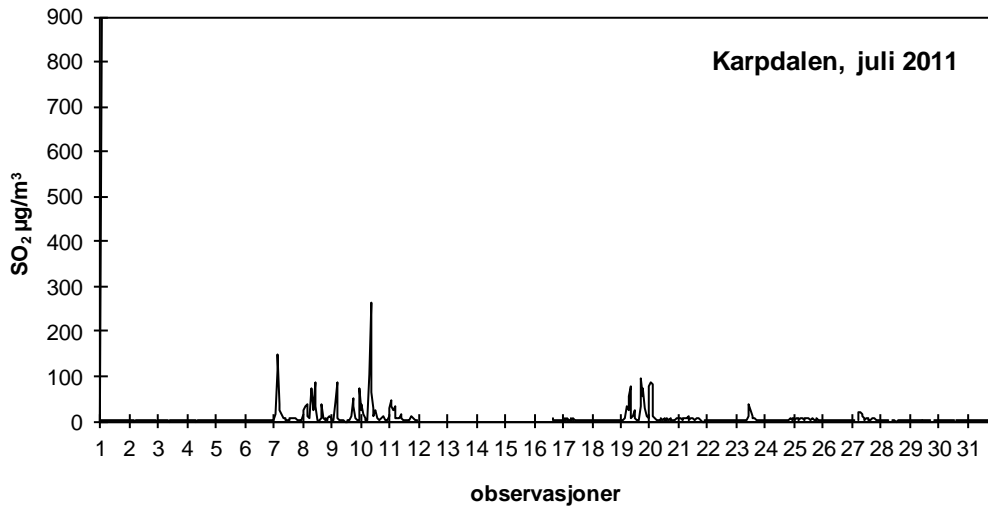


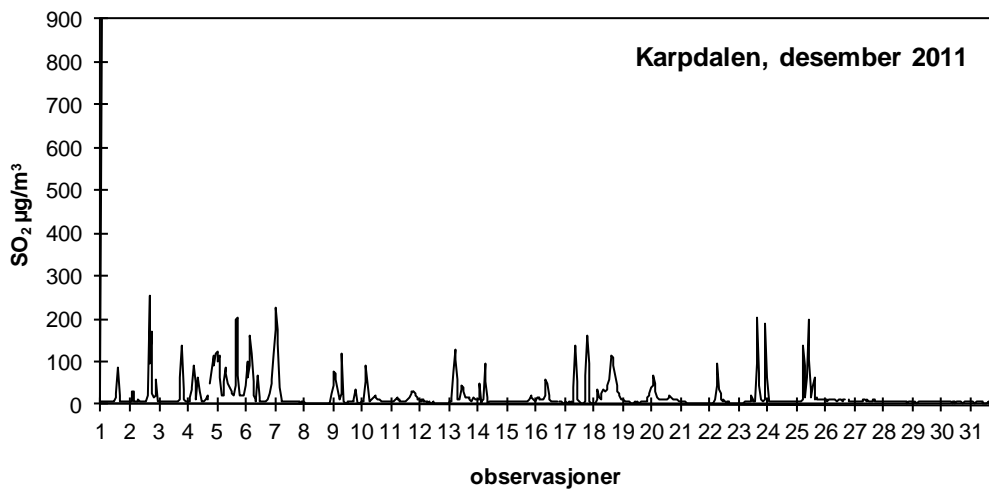
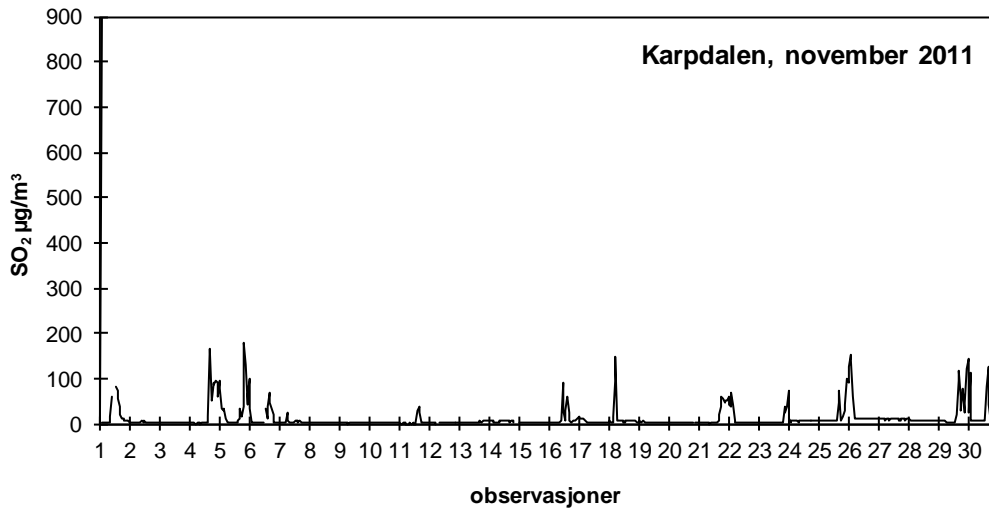
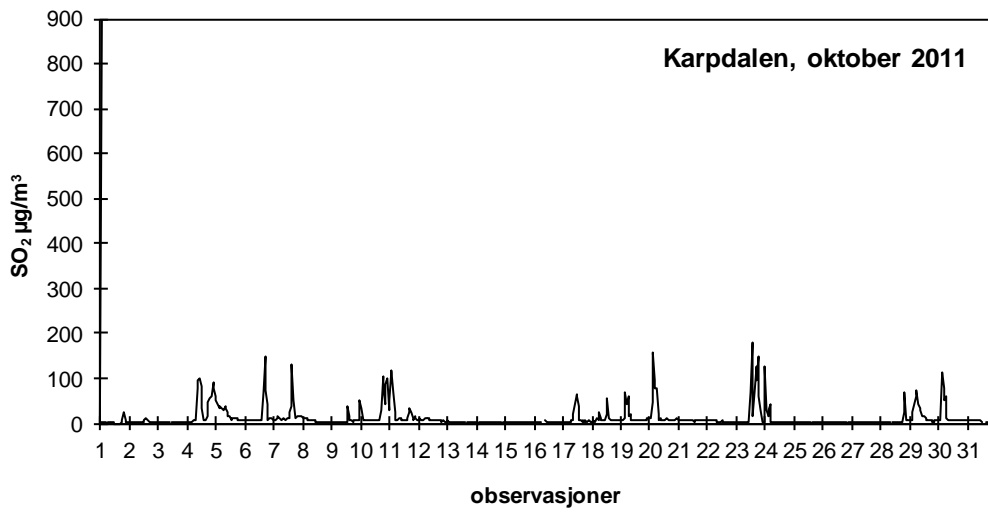


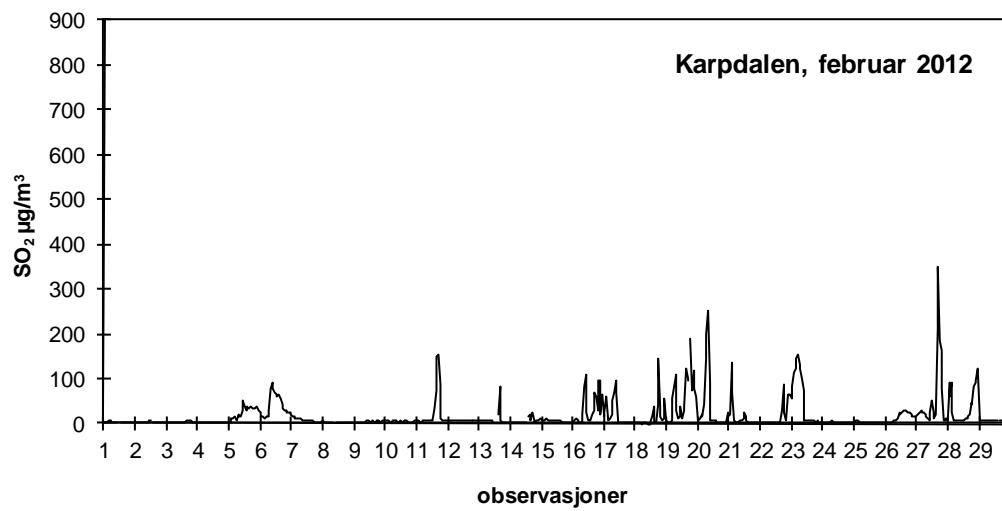
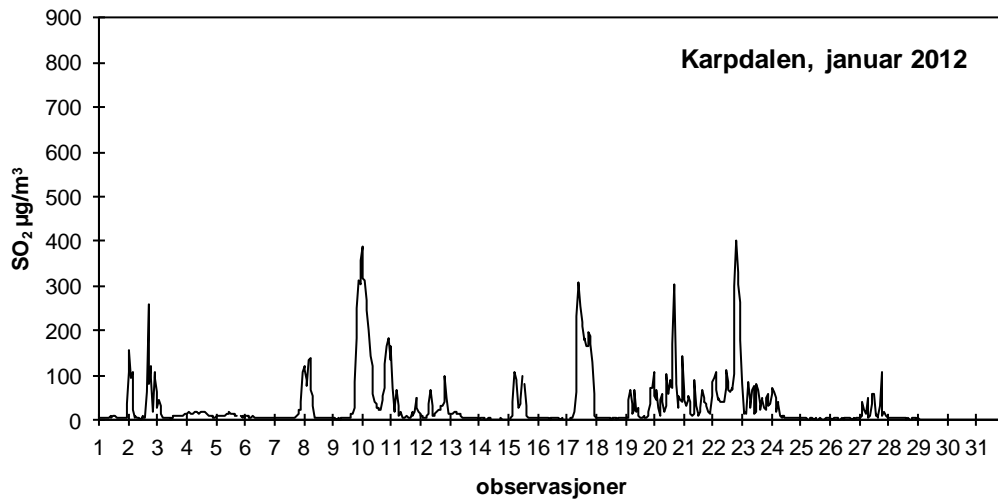


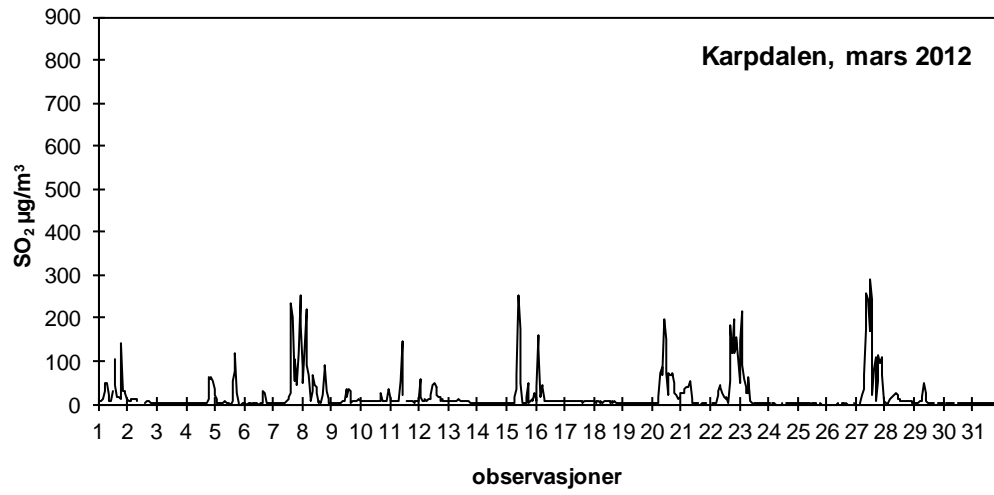
Merk at skalaen er forskjellig for Svanvik og Karpdalen (hhv. 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)











Utførende institusjon NILU-Norsk institutt for luftforskning	ISBN-nummer 978-82-425-2511-6 (trykt) 978-82-425-2512-3 (elektronisk)
---	--

Oppdragstakers prosjektansvarlig Tore Flatlandsmo Berglen	Kontaktperson i Klif Tor Johannessen	TA-nummer 2951/2012
		SPFO-nummer 1128/2012

	År 2012	Sidetall 103	Klifs kontraktnummer 5008043
--	------------	-----------------	---------------------------------

Utgiver NILU-Norsk institutt for luftforskning NILU OR 25/2012	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet
--	--

Forfatter(e) Tore Flatlandsmo Berglen, Erik Andresen, Kari Arnesen, Lars Ola Nilsson, Thor Ofstad, Arild Rode, Dag Tønnesen og Marit Vadset
Tittel - norsk og engelsk Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2011-mars 2012. Air quality monitoring in the border areas of Norway and Russia – progress report April 2010-March 2011.
Sammendrag – summary Smelteverkene på russisk side av den norsk-russiske grense slipper ut store mengder svoveldioksid (SO ₂) og tungmetaller. Dette gir forhøyede konsentrasjoner også på norsk side. Denne rapporten inngår i kartlegging av miljøbelastningen i grenseområdene og omfatter målinger av luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologi. The nickel smelters in NW Russia close to the Norwegian border emits large quantities of sulphur dioxide (SO ₂) and heavy metals. These emissions lead to enhanced concentrations of environmental pollutants in the border areas, also at the Norwegian side of the border. This report is part of the national environmental monitoring program and includes air quality monitoring, precipitation chemistry and meteorology.

4 emneord Luftkvalitet, nedbørkvalitet, tungmetaller, Sør-Varanger	4 subject words Air quality monitoring, precipitation chemistry, heavy metals, Sør-Varanger.
--	--



Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@klif.no

www.klif.no

Om Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

SPFO-rapport 1128/2012

TA-2951/2012

ISBN 978-82-425-2511-6 (trykt)

ISBN 978-82-425-2512-3 (elektronisk)